# はじめに

みなさん，こんにちは。

この講座では，無機化学全般を扱います。

特に前半は化学反応式を自分で書けるようになることを目的としているので，手を動かして，しっかり書いてくださいね。

また，知識の部分は一度頭に入れても忘れてしまうので，手持ちの問題集を解くなど，定期的に触れるようにしておきましょう。

化学反応式が自分で作れるようになって，化学を好きになってもらえるように全力で講義しています。

みなさんも，全力で臨んでくださいね。
応援しています。

坂田　薫



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 目次


## 第１章　無機化合物の反応

第１講　酸・塩基①　p.4
第２講　酸・塩基②　p.8
第３講　酸化還元反応・沈殿生成反応　p.11
第４講　錯イオン生成反応・分解反応　p.16

## 第２章　無機化合物の性質（テーマ別）

第５講　気体①　p.22
第６講　気体②　p.27
第７講　金属単体の反応　p.33
第８講　イオンの検出　p.38
第９講　工業的製法①　p.45
第10講　工業的製法②　p.51
第11講　工業的製法③　p.58

## 第３章　無機化合物の性質（元素別）

第12講　元素別各論　p.65




ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第1章　無機化合物の反応

## 第1講　酸・塩基①

化学反応式の多くは，暗記するものではなく，作るものである。

化学反応式をその場で作れるようになれば，理論化学の計算にも役立つであろう。

化学を学ぶ上で，必ず乗り越えなくてはならない「化学反応式が書ける」ということをこの章ではマスターしてもらいたい。

そのためには，反応をきちんと理解した上で，手を動かして書く練習をしなくてはならない。

## 1　酸と塩基の反応

**代表的な酸と塩基**

まず，強酸(SA)と強塩基(SB)は暗記しよう。

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SA | $HClO_4$ | $H_2SO_4$ | HCl | $HNO_3$ | HI | HBr |
| SB | KOH | NaOH | $Ba(OH)_2$ | $Ca(OH)_2$ | | |

(1)　水酸化物・オキソ酸(XOH)

Xが非金属⇒オキソ酸

$$XOH \longrightarrow XO^- + H^+$$

※オキソ酸の構造を書けるようになろう。

酸性が強いオキソ酸とは

・Xの電気陰性度($\chi_x$)が大きい

・Xの酸化数が大きい

Xが金属⇒水酸化物

$$XOH \longrightarrow X^+ + OH^-$$

塩基性が強い水酸化物とは

・Xの電気陰性度($\chi_x$)が小さい

・Xの酸化数が小さい

⑵　酸化物（XO）

| | XO　⇄ | XOH |
|---|---|---|
| Xが非金属元素 | 酸性酸化物 | オキソ酸 |
| Xが金属元素 | 塩基性酸化物 | 水酸化物 |
| Xが両性金属（元素） | 両性酸化物 | 両性水酸化物 |

※XOからXOH，XOHからXOが書けるようになろう。

⑶　水素化物（XH）

重要な水素化物の性質を頭に入れていこう。

例：$NH_3$弱塩基性　　NaH強塩基性　　HCl強酸性　　など

## 第1講　演習問題

**1**　次のオキソ酸の構造式を記せ。

(1)　過塩素酸　　(2)　硝酸　　(3)　炭酸

**2**　次の酸化物が水に溶けて反応する化学反応式を記せ。

(1)　酸化カルシウム　　(2)　二酸化硫黄　　(3)　五酸化二窒素



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第１講　確認テスト

1　次の化合物の構造式を書け。

(1)　リン酸　$H_3PO_4$　　(2)　七酸化二塩素　$Cl_2O_7$



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第2講　酸・塩基②

## 反応

(1)　中和反応

アレニウスの定義で考えると，酸と塩基の水溶液を混合すると，

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

が起こり，水が生成する。

これが中和反応である。

酸や塩基が酸化物(XO)のときは，いったんオキソ酸や水酸化物(XOH)の形に変えてから化学反応式を書くとよい。

(2)　弱酸(弱塩基)遊離反応

弱酸や弱塩基は電離しにくい(電離度が小さい)。

よって，次のように弱酸や弱塩基が遊離する反応が起こる。

| $X^-$ | + | $H^+$ | $\longrightarrow$ | $HX$ |
|---|---|---|---|---|
| 弱酸由来の塩<br>(弱酸由来のイオン) | | 強酸 | | 弱酸 |

| $Y^+$ | + | $OH^-$ | $\longrightarrow$ | $YOH$ |
|---|---|---|---|---|
| 弱塩基由来の塩<br>(弱塩基由来のイオン) | | 強塩基 | | 弱塩基 |

(3)　揮発性の酸遊離反応

揮発性の酸由来の塩に，不揮発性の酸である濃硫酸を加えて加熱すると，揮発性の酸を遊離させることができる。

揮発性の酸として，$HNO_3$・$HCl$・$HF$を頭にいれておこう。

| $NO_3^-$ | + | $H_2SO_4$ | $\longrightarrow$ | $HNO_3$ | + | $HSO_4^-$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 揮発性の酸由来の塩<br>(揮発性の酸由来のイオン) | | 濃硫酸<br>(不揮発性の酸) | | 揮発性の酸 | | |

## 第２講　演習問題

**1**　次の化学反応式を書け。

(1)　硫酸＋水酸化ナトリウム水溶液

(2)　二酸化炭素＋水酸化カリウム水溶液

(3)　塩酸＋酸化鉄(Ⅲ)

(4)　硫酸＋アンモニア

**2**　次の塩の水溶液が(　　)で示した液性を示す理由を反応式で記せ。

(1)　酢酸ナトリウム水溶液　(塩基性)

(2)　塩化アンモニウム水溶液　(酸性)

(3)　硫酸銅(Ⅱ)水溶液　(酸性)

**3**　次の化学反応式を記せ。

(1)　硫化鉄(Ⅱ)＋希硫酸

(2)　亜硫酸水素ナトリウム＋希硫酸

(3)　塩化アンモニウム＋水酸化カルシウム　[加熱]

**4**　次の化学反応式を記せ。

(1)　塩化ナトリウム水溶液＋濃硫酸　[加熱]

(2)　フッ化カルシウム＋濃硫酸　[加熱]



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

## 第2講　確認テスト

**1**　次の反応を化学反応式で書け。

(1)　酢酸水溶液＋水酸化ナトリウム水溶液

(2)　酸化カルシウム＋塩酸

**2**　次の水溶液(1)～(5)のうち，酸性を示すものはいくつあるか。選択肢から選べ。

(1)　$Na_2CO_3$　(2)　$NaNO_3$　(3)　$NaHSO_4$　(4)　$NaHCO_3$　(5)　$NaHSO_3$

①　0　②　1　③　2　④　3　⑤　4　⑥　5

**3**　次の反応を化学反応式で書け。

(1)　炭酸カルシウム＋希塩酸

(2)　硝酸カリウム＋濃硫酸　[加熱]



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第３講　酸化還元反応・沈殿生成反応

## 2　酸化還元反応

### ①酸化数

実質的な電荷である。求め方は，電子式を書き，電気陰性度の大きい元素の方へ電子を帰属させていく。

| 例 | H ⁝ H | H ⁝ Cl | Na ⁝ H |
|---|---|---|---|
| | ($\chi_H = \chi_H$) | ($\chi_H < \chi_{Cl}$) | ($\chi_{Na} < \chi_H$) |
| 酸化数 | 0　0 | ＋1　－1 | ＋1　－1 |

判断法（有機化合物などには使えないので注意）

- ・単体は０
- ・化合物は酸化数の総和が０
- ・イオンは酸化数の総和が価数と一致
- ・水素原子→＋１（金属の水素化合物の場合：水素原子は－１）
- ・酸素原子→－２（過酸化物の場合：酸素原子は－１）
- ・アルカリ金属→＋１，２族→＋２，ハロゲン→－１

### ②代表的な酸化剤（Ⓞ）・還元剤（Ⓡ）

※代表的な酸化剤

| | | | |
|---|---|---|---|
| 過マンガン酸カリウム（酸性下） | $MnO_4^-$（赤紫色） | ⟶ | $Mn^{2+}$（無色） |
| 過マンガン酸カリウム（塩基性下） | $MnO_4^-$ | ⟶ | $MnO_2$ |
| 二クロム酸カリウム | $Cr_2O_7^{2-}$（橙色） | ⟶ | $Cr^{3+}$（緑色） |
| 濃硝酸 | $HNO_3$ | ⟶ | $NO_2$ |
| 希硝酸 | $HNO_3$ | ⟶ | $NO$ |
| 熱濃硫酸 | $H_2SO_4$ | ⟶ | $SO_2$ |
| ハロゲン単体 | $X_2$ | ⟶ | $X^-$ |
| 過酸化水素 | $H_2O_2$ | ⟶ | $H_2O$ |
| 二酸化硫黄 | $SO_2$ | ⟶ | $S$ |
| オゾン | $O_3$ | ⟶ | $O_2$ |



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

※代表的な還元剤

| | | | |
|---|---|---|---|
| 金属の単体(M) | M | ⟶ | $M^{n+}$ |
| 硫化水素 | $H_2S$ | ⟶ | S |
| シュウ酸 | $H_2C_2O_4$ | ⟶ | $CO_2$ |
| 二酸化硫黄 | $SO_2$ | ⟶ | $SO_4^{2-}$ |
| 過酸化水素 | $H_2O_2$ | ⟶ | $O_2$ |
| ハロゲン化物イオン($X^-$) | $X^-$ | ⟶ | $X_2$ |
| 塩化スズ(Ⅱ) | $Sn^{2+}$ | ⟶ | $Sn^{4+}$ |
| 硫酸鉄(Ⅱ) | $Fe^{2+}$ | ⟶ | $Fe^{3+}$ |
| 水素 | $H_2$ | ⟶ | $H^+$ |
| チオ硫酸ナトリウム | $S_2O_3^{2-}$ | ⟶ | $S_4O_6^{2-}$ |

※酸化剤にも還元剤にもなるもの

過酸化水素，二酸化硫黄

### ③酸化還元反応式

酸化還元反応式は，一度に全てを書くのは難しい。よって，酸化剤の式，還元剤の式(半反応式)を別々に書いて一つにまとめていく。半反応式をみると電子が確認できるという利点もある。

作り方

①酸化剤，還元剤が何に変わるかを書く。

Ⓞ $MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+}$

Ⓡ $H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2$

②酸素原子の数を水でそろえる。

Ⓞ $MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

Ⓡ $H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2$

③水素原子の数を水素イオンでそろえる。

Ⓞ $MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

Ⓡ $H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+$

④電荷を電子でそろえる。

Ⓞ $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

Ⓡ $H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-$

⑤電子の係数をそろえて2式をたす。

$2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 10CO_2$

⑥省略イオンを追加する。

$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + 8H_2O + 10CO_2 + K_2SO_4$



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 3　沈殿生成反応

## ①塩の溶解性

溶解性の低いイオンの組合せを混合すると，沈殿が生成する。
これが，沈殿生成反応である。

塩の溶解性は様々な要因で決まるため，最低限の部分は暗記するしかない。

しかし，溶解しやすいイオン，沈殿しやすいイオンは決まっているため，ある程度なら，まとめることができる。

**沈殿しない**

・$NH_4^+$，アルカリ金属イオン
・強酸由来の陰イオン
　$NO_3^-$
　$SO_4^{2-}$（$Be^{2+}$，$Mg^{2+}$以外のアルカリ土類金属イオン，$Pb^{2+}$は沈殿）
　$Cl^-$（$Pb^{2+}$，$Ag^+$，$Hg_2^{2+}$は沈殿）

**沈殿する**

・$OH^-$，$O^{2-}$（アルカリ金属イオン，$Be^{2+}$，$Mg^{2+}$以外のアルカリ土類金属イオンは溶解）
・弱酸由来の多価の陰イオン
　$CO_3^{2-}$，$C_2O_4^{2-}$，$SO_3^{2-}$（$NH_4^+$，アルカリ金属イオンは溶解）
　$S^{2-}$（イオン化傾向Al以上は溶解）
※いずれも強酸性にすると溶解（$S^{2-}$ ⟶ イオン化傾向Sn以下は不溶）

## ②沈殿の色

入試で問われやすい沈殿の色は早めに暗記しよう。

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AgCl | 白 | AgBr | 淡黄 | AgI | 黄 | $PbCl_2$ | 白 |
| $BaSO_4$ | 白 | $CaSO_4$ | 白 | $PbSO_4$ | 白 | | |
| $CaCO_3$ | 白 | $BaCO_3$ | 白 | | | | |
| $Fe(OH)_3$ | 赤褐 | $Fe(OH)_2$ | 淡緑 | $Cu(OH)_2$ | 青白 | | |
| $Fe_2O_3$ | 赤褐 | CuO | 黒 | $Cu_2O$ | 赤 | $Ag_2O$ | （暗）褐 |
| PbS | 黒 | CuS | 黒 | $Ag_2S$ | 黒 | CdS | 黄 |
| MnS | 淡赤 | ZnS | 白 | | | | |
| $Ag_2CrO_4$ | 赤褐 | $PbCrO_4$ | 黄 | $BaCrO_4$ | 黄 | | |

# 第3講　演習問題

**1**　次に示す物質の下線を付けた原子の酸化数を記せ。

(1)　$H\underline{N}O_3$　(2)　$H_2\underline{S}$　(3)　$Cu\underline{S}O_4$　(4)　$H\underline{Cl}O_4$

(5)　$\underline{Cr_2}O_7^{2-}$　(6)　$\underline{O}F_2$　(7)　$\underline{C}_2H_5OH$

**2**　次の化学反応式を書け。

(1)　銅＋希硝酸

(2)　過酸化水素水＋ヨウ化カリウム水溶液

(3)　硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液＋硫酸鉄(Ⅱ)水溶液

**3**　次の化学変化をイオン反応式で書け。

(1)　硝酸銀水溶液＋塩化バリウム水溶液

(2)　硝酸銅(Ⅱ)水溶液＋硫化水素

(3)　塩化アルミニウム水溶液＋アンモニア水

(4)　硝酸銀水溶液＋水酸化ナトリウム水溶液

# 第3講　確認テスト

**1**　次の化学変化を化学反応式で書け。

(1)　銅＋濃硫酸　[加熱]

(2)　硫化水素＋二酸化硫黄

(3)　シュウ酸＋硫酸酸性過マンガン酸カリウム

**2**　金属イオンの確認について，以下の設問(1)～(3)に答えよ。

(1)　金属イオン(A)だけを含む水溶液に塩酸を加えると，白色沈殿を生成した。金属イオン(A)として最も適切なものを，次の①～⑤の中から一つ選べ。

①　$Zn^{2+}$　②　$Ca^{2+}$　③　$Ag^{+}$　④　$Cu^{2+}$　⑤　$Fe^{2+}$

(2)　金属イオン(B)だけを含む水溶液を塩基性にして硫化水素を通じたところ，淡桃色沈殿を生じた。金属イオン(B)として最も適切なものを，次の①～⑤の中から一つ選べ。

①　$K^{+}$　②　$Ca^{2+}$　③　$Ag^{+}$　④　$Mn^{2+}$　⑤　$Fe^{2+}$

(3)　金属イオン(C)だけを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ，青白色沈殿を生じた。金属イオン(C)として最も適切なものを，次の①～⑤の中から一つ選べ。

①　$Zn^{2+}$　②　$Ca^{2+}$　③　$K^{+}$　④　$Cu^{2+}$　⑤　$Fe^{3+}$



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第4講　錯イオン生成反応・分解反応

## 4　錯イオン生成反応

### ①錯イオンの表し方と命名法

$$[\ \mathrm{M}\ (\ \mathrm{L}\ )\ n\ ]^{m\pm}$$

中心金属　配位子　配位数

名前　配位数(n)　＋　配位子(L)名※1　＋　中心金属(M)名　＋　金属酸化数　＋　酸※2　＋　イオン

※1　配位子名

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $NH_3$ | アンミン | $OH^-$ | ヒドロキシド | $CN^-$ | シアニド | $Cl^-$ | クロリド |
| $H_2O$ | アクア | $SCN^-$ | チオシアナト | $S_2O_3^{2-}$ | チオスルファト | | |

※2　『酸』は陰イオンのときのみ付ける。

### ②金属と配位子の組合せ

基本的に錯イオンを作るのは，周期表3～12族(dブロック)の元素である。

| 配位子 | 金属イオン | 頻出例 |
|---|---|---|
| $NH_3$ | dブロックの$M^+$，$M^{2+}$ | $Cu^{2+}$，$Ag^+$，$Zn^{2+}$ |
| $CN^-$ | dブロックの$M^{n+}$ | $Fe^{2+}$，$Fe^{3+}$，$Ag^+$ |
| $SCN^-$ | $Fe^{3+}$ | |
| $S_2O_3^{2-}$ | $Ag^+$ | |
| $OH^-$ | 両性金属イオン | $Al^{3+}$，$Zn^{2+}$ |

### ③配位数

基本的に，錯イオンの配位数は『中心金属イオンの酸化数×2』になる。

※注意する配位数

$Fe^{2+}$，$Co^{2+}$，$Ni^{2+}$，$Al^{3+}$の配位数は6



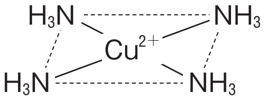
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

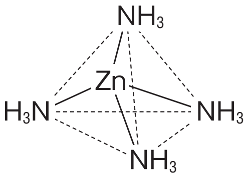
④形

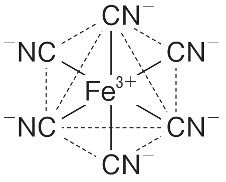
配位数2($Ag^{+}$)　　　⇒直線
配位数4($Zn^{2+}$)　　　⇒正四面体
配位数4($Cu^{2+}$)　　　⇒正方形
配位数6($Al^{3+}$)　　　⇒正八面体

配位数２⇒直線　　　配位数４⇒正方形または正四面体　　　配位数６⇒正八面体

$H_3N - Ag^{+} - NH_3$




## 5　分解反応

１種の化合物が２種以上の物質に変化する反応が分解反応である。
空気中で安定なものが出ていくことが多い。
加熱などにより，無理矢理起こしていくことも多いため，ある程度は知っておかなくてはならない。出会ったものから，頭に入れていこう。

代表的な分解反応　基本的に加熱が必要

$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$
$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$
$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$
$2Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$
$NH_4NO_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$
$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$　　($MnO_2$触媒)
$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$　　($MnO_2$触媒)〔加熱不要〕



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第４講　演習問題

**1**　次の化学変化をイオン反応式で書け。複数の反応が起こる場合には全ての反応のイオン反応式を書け。

⑴　硫酸亜鉛水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少量ずつ十分に加えていく。

⑵　塩化アルミニウム水溶液にアンモニア水を少量ずつ十分に加えていく。

⑶　硝酸銀水溶液にアンモニア水を少量ずつ十分に加えていく。

**2**　亜鉛，アルミニウム，カルシウム，銀，スズ，鉄，銅，鉛の８種の金属を金属群Ａとする。金属群Ａの金属イオンをいずれか１つ含む水溶液について，次の⑴～⑶に答えよ。

⑴　少量のアンモニア水を加えると白色沈殿が生じ，さらにアンモニア水を加え続けると沈殿が再溶解して無色透明となる水溶液の金属イオンをイオンの化学式で１つ示し，再溶解の反応をイオン反応式で答えよ。

⑵　塩酸を少量加えると白色沈殿が生じるが，おだやかに加熱すると沈殿が再溶解する水溶液の金属イオンをイオンの化学式で１つ示せ。

⑶　酸性水溶液に硫化水素を吹き込むと沈殿は生じないが，塩基性にすると白色沈殿を生じる水溶液の金属イオンをイオンの化学式で１つ示し，そのときの沈殿物を化学式で答えよ。

**3**　５種類の金属イオンＡ～Ｅがある。以下の性質を参考にして，それぞれが何か，以下の金属イオンリストから選択して元素記号で解答せよ。なお，難溶性の塩が，沈殿を生成するのに十分な濃度の金属イオンが存在しているものとする。必要ならば次の数値を用いよ。
原子量：H＝1.0，C＝12，Na＝23，Mg＝24，K＝39，Mn＝55，Cu＝63.5，Cd＝112，Ba＝137

①　Ａ～ＥのうちＥ以外は全て濃い水酸化ナトリウム水溶液に溶解する。

②　濃アンモニア水溶液中で，Ｂは沈殿を生成するが，その他は沈殿を生成しない。

③　希硫酸水溶液中では，Ｃのみが沈殿を生成する。

④　希塩酸水溶液中では，全て沈殿を生成しない。

⑤　ＡとＢは，Ne型の電子配置をしている。

⑥　水溶液が着色しているのは，Ｅのみである。

⑦　Ｄは元素として微量ながら生命体に必須として知られているとともに，工業的には黄銅の材料にも用いられている。

⑧　ＣはＡ～Ｅの中で最大の原子量を持つ元素である。

（金属イオンリスト）　$Na^{+}$，$Mg^{2+}$，$Al^{3+}$，$K^{+}$，$Ca^{2+}$，$Fe^{3+}$，$Cu^{2+}$，$Zn^{2+}$，$Ag^{+}$，$Ba^{2+}$，$Pb^{2+}$

＜Note＞



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

4　アンモニアは金属イオンと錯体を形成しやすい物質であるが，塩化物イオンと金属イオンの錯体もよく知られている。$Co^{3+}$は様々な錯体を形成することで知られた遷移金属イオンであり，たとえばつぎの組成式で表される錯体ＡとＢが知られている。

錯体Ａ：$CoCl_3$・$5NH_3$　　錯体Ｂ：$CoCl_3$・$3NH_3$

ここで，Ａの$CoCl_3$・$5NH_3$はコバルト1原子に対して塩素3原子，アンモニア5分子が含まれていることを表している。ＡとＢは異なる構造の錯体を形成していると考えられるが，その構造はつぎのような性質から予想することができる。

塩化物イオンを含む水溶液に硝酸銀水溶液を加えると，$Ag^{+} + Cl^{-} \longrightarrow AgCl$の反応により白色の沈殿を生じる。ところが，安定な錯体中で金属イオンに直接結合した塩化物イオンは水溶液中でほとんど電離せず，硝酸銀水溶液を加えても沈殿は生じない。このことから，つぎに示す実験とその結果の考察をしてみよう。

錯体ＡとＢをそれぞれ0.50gはかり取って純水に溶かし，過剰量の硝酸銀を加えたところ，Ａからは0.57gの沈殿が得られたが，Ｂは沈殿を生じなかった。このことからＡの溶液で電離している塩化物イオンの数は，Co(Ⅲ)1個につき［1(数値)］個，Ｂの溶液ではCo(Ⅲ)1個につき［2(数値)］個であることがわかる。また，それぞれの水溶液に白金電極を浸して電圧をかけたところ，Ａの水溶液には電流が流れたが，Ｂの水溶液にはほとんど電流が流れなかった。これらの結果から錯体Ａを示性式で表すと［3(示)］，錯体Ｂを示性式で表すと［4(示)］となる。

ただし，原子量はCl＝35，Co＝59，Ag＝108とする。

各空欄［　］に適合する(数値)，(示)性式を記しなさい。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第４講　確認テスト

1　金属元素の化合物に関する記述として誤りを含むものを次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

① 銀イオンを含む水溶液に希塩酸を加えると，水に溶けにくい白色の固体が沈殿する。

② 鉛(Ⅱ)イオンを含む強酸性の水溶液に硫化水素を通じると，水に溶けにくい黒色の固体が沈殿する。

③ 亜鉛イオンを含む強酸性の水溶液に硫化水素を通じると，水に溶けにくい白色の固体が沈殿する。

④ 鉄(Ⅲ)イオンを含む水溶液に少量のアンモニア水を加えると，水に溶けにくい赤褐色の固体が沈殿するが，さらに過剰にアンモニア水を加えても，生じた赤褐色の固体は溶解しない。

⑤ アルミニウムイオンを含む水溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると，水に溶けにくい白色の固体が沈殿するが，さらに過剰に水酸化ナトリウム水溶液を加えると，白色の固体が溶解して無色の溶液となる。

⑥ 銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に少量のアンモニア水を加えると，水に溶けにくい青白色の固体が沈殿するが，さらに過剰にアンモニア水を加えると，青白色の固体が溶解して深青色の溶液となる。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第2章　無機化合物の性質(テーマ別)

## 第5講　気体①

## 1　気体

### ①製法

「材料を与えられたら，発生する気体が答えられる」そして，「気体を与えられたら製法を提案できる」ようになろう。

第1章の『無機化合物の反応』がクリアできていれば，スムーズであろう。

主な気体の製法

(1)　酸化還元反応　(酸化剤還元剤から生成する気体を作るとき)

・$H_2$

$Zn + H_2SO_4$(希) $\longrightarrow ZnSO_4 + H_2$

・$Cl_2$

$MnO_2 + 4HCl$(濃) $\xrightarrow{熱} MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$

$CaCl(ClO)\cdot H_2O + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O + Cl_2$　(弱酸遊離反応も含む)

・$SO_2$

$Cu + 2H_2SO_4$(濃) $\xrightarrow{熱} CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$

・$NO$

$3Cu + 8HNO_3$(希) $\longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$

・$NO_2$

$Cu + 4HNO_3$(濃) $\longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2$

(2)　弱酸・弱塩基遊離反応　(弱酸性や弱塩基性の気体を作るとき)

・$CO_2$

$CaCO_3 + 2HCl$(希) $\longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$

・$H_2S$

$FeS + H_2SO_4$(希) $\longrightarrow FeSO_4 + H_2S$

・$SO_2$

$Na_2SO_3 + 2HCl$(希) $\longrightarrow H_2O + SO_2 + 2NaCl$

・$NH_3$

$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \xrightarrow{熱} CaCl_2 + 2H_2O + 2NH_3$

・$C_2H_2$

$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$

(3)　揮発性の酸遊離反応　（揮発性の酸の気体を作るとき）

・HCl

$NaCl + H_2SO_4(濃) \xrightarrow{熱} HCl + NaHSO_4$

・HF

$CaF_2 + H_2SO_4(濃) \xrightarrow{熱} 2HF + CaSO_4$

(4)　分解反応　((1)～(3)以外)

・$O_2$

$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$　（$MnO_2$触媒）

$2KClO_3 \xrightarrow{熱} 2KCl + 3O_2$　（$MnO_2$触媒）

・$N_2$

$NH_4NO_2 \xrightarrow{熱} 2H_2O + N_2$

・CO

$HCOOH \longrightarrow CO + H_2O$　（濃硫酸触媒）

※加熱が必要な場合

1．濃硫酸を使用する場合

2．固体と固体の反応の場合

3．$MnO_2$を酸化剤として使用する場合（$Cl_2$の製法）

## ②性質

入試でよく問われる性質を以下に示しておく。優先的に覚えよう。

(1)　水溶性の気体

$NH_3$　HCl　$Cl_2$　$CO_2$　$NO_2$　$SO_2$　$H_2S$　（以外は水上置換で捕集）

(2)　刺激臭の気体

(1)の気体から$CO_2$（無臭），$H_2S$（腐卵臭）を除いたもの



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(3)　酸化力をもつ気体

$O_2$　$O_3$　$NO_2$　$Cl_2$

（$O_3$　$NO_2$　$Cl_2$：KIデンプン紙　青）

還元力を持つ気体

$H_2$　CO　$H_2S$　$SO_2$

（$H_2$　CO：高温）

(4)　有色の気体

$Cl_2$（黄緑）　$NO_2$（赤褐）　$O_3$（淡青）



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第５講　演習問題

**1**　次の(a)～(h)は実験室における気体の製法である。各製法によって発生する気体の化学式を(イ)～(ヌ)の中から一つずつ選びなさい。

(a)　硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸または希硫酸を加える。

(b)　酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱する。

(c)　ギ酸に濃硫酸を加えて加熱する。

(d)　塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱する。

(e)　濃硝酸に銅を加える。

(f)　炭酸カルシウムに希塩酸を加える。

(g)　亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を加える。

(h)　塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。

(イ)　$HCl$　(ロ)　$Cl_2$　(ハ)　$H_2S$　(ニ)　$SO_2$　(ホ)　$NO$

(ヘ)　$NO_2$　(ト)　$CH_4$　(チ)　$CO$　(リ)　$CO_2$　(ヌ)　$NH_3$

**2**　次の①～⑦の気体に関して，問いに答えよ。

①　酸素　②　アンモニア　③　硫化水素　④　一酸化炭素

⑤　二酸化炭素　⑥　二酸化窒素　⑦　塩素

次の(ア)～(タ)の物質群から，２種類の物質を用いて①～⑦の気体を得たい。①～⑦のそれぞれの気体に対して選んだ２種類の物質を記号で答えよ。ただし，同じ物質を何度選んでもよい。なお，複数の組合せが考えられる場合には，そのうちの一つの組合せを答えよ。

(ア)　硫黄　(イ)　窒素　(ウ)　銅　(エ)　鉄　(オ)　金　(カ)　希塩酸

(キ)　濃硝酸　(ク)　濃硫酸　(ケ)　ギ酸　(コ)　過酸化水素水　(サ)　水酸化カルシウム

(シ)　酸化マンガン(Ⅳ)　(ス)　硫化鉄(Ⅱ)　(セ)　塩化アンモニウム　(ソ)　さらし粉

(タ)　炭酸カルシウム



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第5講　確認テスト

1　反応①～⑤のうち，発生する気体が最も重いものを選びなさい。ただし，原子量はH＝1，C＝12，N＝14，O＝16，S＝32，Cl＝35.5とする。

①　塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。

②　銅に濃硫酸を加えて加熱する。

③　酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱する。

④　亜硝酸アンモニウムの水溶液を加熱する。

⑤　炭化カルシウム(カーバイド)に水を加える。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第6講　気体②

## 1　気体

### ③乾燥剤

水上置換で捕集したときなど，気体に水蒸気が混入する場合，乾燥剤に通じる必要がある。

乾燥剤の選び方

気体と乾燥剤が反応しないものを選ぶ。

基本的に中和反応しない組合せ。すなわち，酸性と塩基性の組合せはNG。

中和反応以外の組合せを頭に入れよう。

(1)　$H_2S$を乾燥させるのに濃硫酸は使用不可

⇒$H_2S$(還元剤)と濃硫酸(酸化剤)で酸化還元反応が起こるため

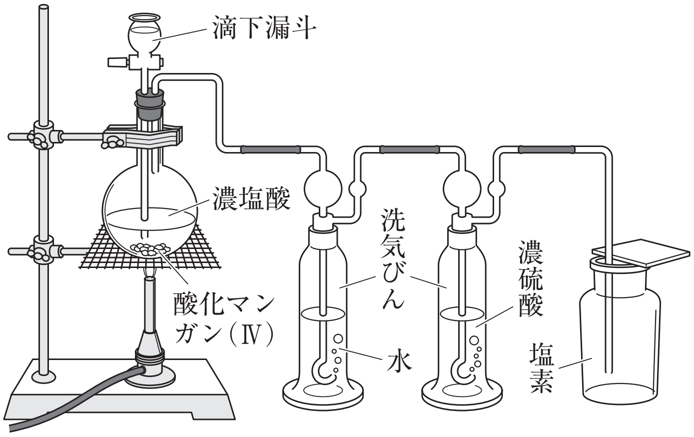
(2)　$NH_3$を乾燥させるのに塩化カルシウムは使用不可

⇒塩化カルシウムが水だけでなく，$NH_3$も吸収するため

### ④気体の発生実験

入試で最もよく問われる実験法の一つが$Cl_2$である。注意点を確認しておこう。

それ以外も，余力のあるときに資料集等で見ておこう。






ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第６講　演習問題

**1**　次の実験a～cにおいて，発生する気体の乾燥剤の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。

a　塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱する。

b　硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加える。

c　炭酸カルシウムに希塩酸を加える。

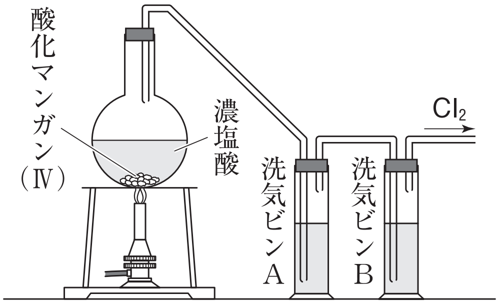
| | a | b | c |
|---|---|---|---|
| ① | 塩化カルシウム | ソーダ石灰 | 濃硫酸 |
| ② | 塩化カルシウム | 濃硫酸 | ソーダ石灰 |
| ③ | ソーダ石灰 | 塩化カルシウム | 濃硫酸 |
| ④ | ソーダ石灰 | 濃硫酸 | 塩化カルシウム |
| ⑤ | 濃硫酸 | ソーダ石灰 | 塩化カルシウム |
| ⑥ | 濃硫酸 | 塩化カルシウム | ソーダ石灰 |



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　次の記述を読み，問い(問1～6)に答えよ。

ハロゲンの単体である塩素は，室温では黄緑色の気体で，強い酸化作用があり，(1)酸化剤として用いられる。実験室で塩素を発生させるには，図のような装置を用いる。(2)酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加え，フラスコを加熱すると塩素が発生する。発生した塩素は，不純物を除去するためにAとBの2本の洗気ビンに通したのち(3)捕集する。洗気ビンA，Bには，一方に(4)濃硫酸を，もう一方に(5)水を入れる。塩素は食塩水の電気分解でも得られる。炭素電極を用いて食塩水を電気分解すると，陽極側で塩素が発生する。しかし，発生した塩素の一部は水と反応して溶けてしまうため，塩素の(6)回収効率は低下する。




問1　塩素が下線部(1)の酸化剤としてはたらくときの反応を，電子$e^-$を含むイオン反応式で示せ。

問2　下線部(2)の反応を化学反応式で示せ。

問3　下線部(3)の捕集において，発生した塩素をガラス容器に捕集する適切な方法を答えよ。

問4　下線部(4)の濃硫酸により除去される不純物は何か。化学式で答えよ。

問5　下線部(5)の水は，洗気ビンA，Bのどちらに入れるのが適当か。A，Bの記号で答えよ。

問6　炭素電極を用いて食塩水を60分間電気分解する。下線部(6)の回収効率(反応で生じた塩素のうち回収できるものの割合)を80%と仮定すると，標準状態(0℃，$1.01 \times 10^5$Pa)で100Lの塩素を回収するには，何Aの電流で電気分解する必要があるか。ただし，食塩は十分に供給されるものとする。

また，気体は理想気体とし，気体定数は$R = 8.31 \times 10^3$Pa・L/(K・mol)，ファラデー定数は$9.65 \times 10^4$C/molとする。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　次の文章を読み，問1～6に答えよ。

表は，実験室で気体を発生させるときに用いられる代表的な試薬類と反応条件，発生する気体を示したものである。

表

| 反応 | 試薬類 | 反応条件 | 発生する気体 |
|---|---|---|---|
| (1) | 塩化アンモニウム　＋　(あ) | 加熱 | アンモニア |
| (2) | (い)　＋　希硫酸 | | 硫化水素 |
| (3) | 過酸化水素水　＋　酸化マンガン(Ⅳ) | | (a) |
| (4) | (う)　＋　濃硫酸 | 加熱 | 塩化水素 |
| (5) | 濃硫酸　＋　銅 | 加熱 | (b) |
| (6) | 濃塩酸　＋　(え) | 加熱 | 塩素 |

問１　試薬類の (あ) ～ (え) にあてはまるものを次の(A)～(G)から選び，記号で答えよ。

(A)　炭酸カルシウム　(B)　塩化ナトリウム　(C)　酸化マンガン(Ⅳ)

(D)　硝酸アンモニウム　(E)　硫化鉄(Ⅱ)　(F)　水酸化カルシウム　(G)　ギ酸

問２　発生する気体 (a) と (b) を化学式で記せ。

問３　表の(1)～(6)で発生する気体を水に吹き込んだとき，その水が酸性を示すものは何種類あるか。また，(1)～(6)で発生する気体のうち下方置換で捕集するものは何種類あるか，それぞれ答えよ。

問４　(a) と同じ気体を次の(H)～(L)から全て選び，記号で答えよ。

(H)　水にフッ素を作用させたときに発生する気体。

(I)　水に塩素を作用させたときに発生する気体。

(J)　白金電極を用いて，ヨウ化カリウム水溶液を電気分解したときに陽極で発生する気体。

(K)　白金電極を用いて，水酸化ナトリウム水溶液を電気分解したときに陽極で発生する気体。

(L)　塩素酸カリウムに酸化マンガン(Ⅳ)を加えて熱したとき発生する気体。

問５　硫化水素を吹き込んだ水溶液に (b) の気体を吹き込むと白濁した。このときの反応を化学反応式で記せ。

問６　硝酸銀(Ⅰ)水溶液の50mLに十分に硫化水素を吹き込んだところ，0.310gの黒色沈殿が生成した。このとき，溶液中の全ての銀イオンが沈殿したとして，硝酸銀(Ⅰ)水溶液のモル濃度を有効数字2桁で求めよ。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

4　以下の実験1～6を行った。これについて(a)～(d)の問いに答えよ。ただし，強酸Ａ～Ｃは，濃塩酸，濃硫酸および濃硝酸のいずれかとする。また，気体Ｄ～Ｉは水蒸気以外の気体とする。

実験1：強酸Ａを銅に加えて加熱すると気体Ｄが発生した。

実験2：強酸Ｂを銅に加えると気体Ｅが発生した。

実験3：強酸Ｃを酸化マンガン(Ⅳ)に加えて加熱すると気体Ｆが発生した。

実験4：強酸Ａを塩化ナトリウムに加えて加熱すると気体Ｇが発生した。

実験5：強酸ＡまたはＣを水で1mol/Lに希釈した後，硫化鉄(Ⅱ)に加えると気体Ｈが発生した。

実験6：強酸Ｂを水で1mol/Lに希釈した後，銅に加えると気体Ｉが発生した。

(a)　強酸Ａ～Ｃは，濃塩酸，濃硫酸および濃硝酸のいずれに該当するかを答えよ。

(b)　気体Ｄが入った集気びんの中に水で湿らせた青色リトマス試験紙を入れると，試験紙にどのような変化が起こるか。15字以内で説明せよ。

(c)　気体Ｆは水に少し溶け，その一部が水と反応する。この反応の化学反応式を記せ。

(d)　発生する気体Ｄ～Ｉについて，以下の(ア)～(ウ)に該当する気体をすべて選び，Ｄ～Ｉの記号で答えよ。ただし，該当するものがない場合は，「なし」と解答せよ。

(ア)　水溶液が酸性を示すもの

(イ)　有色のもの

(ウ)　水上置換で捕集するもの



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第６講　確認テスト

**1**　実験室で二酸化炭素$CO_2$，塩素$Cl_2$，硫化水素$H_2S$の気体を発生させた。これらの気体を乾燥させるのに，濃硫酸が使用できるかどうかの組み合わせとして，正しいものを下の①～⑧の選択肢の中から選べ。

ただし，各気体の乾燥に濃硫酸が使用できるものには○印，できないものには×印で示している。

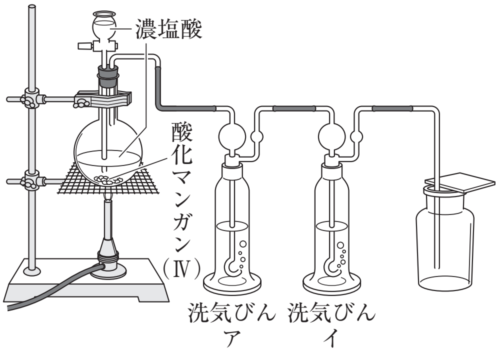
| | $CO_2$ | $Cl_2$ | $H_2S$ |
|---|---|---|---|
| ① | × | × | × |
| ② | ○ | × | × |
| ③ | × | ○ | × |
| ④ | × | × | ○ |
| ⑤ | ○ | ○ | × |
| ⑥ | ○ | × | ○ |
| ⑦ | × | ○ | ○ |
| ⑧ | ○ | ○ | ○ |

**2**　硫化水素$H_2S$には該当しないが，二酸化硫黄$SO_2$には該当する記述を，次の①～⑥の中から１つ選びなさい。

①　火山ガスや鉱泉などに含まれている。
②　水に溶けると，水溶液が酸性を示す。
③　反応の相手によって酸化剤として働く場合と還元剤として働く場合がある。
④　乾燥剤としてソーダ石灰は使用できない。
⑤　実験室では，下方置換が最も適した捕集法である。
⑥　特有の臭気をもつ有色の気体である。

**3**　次の文の空欄（　A　），（　B　）に適する語句をそれぞれ①～⑤から一つ選びなさい。

酸化マンガン（Ⅳ）に濃塩酸を加えて加熱し，気体を発生させた。発生した気体は2つの洗気びんを順に通してから捕集した。図中右側の洗気びんイには（　A　）を入れた。これは（　B　）ためである。




A：①　濃塩酸　　②　濃硝酸　　③　石灰水　　④　濃硫酸　　⑤　水
B：①　塩化水素を吸収する　　②　水素を取り除く　　③　水分を取り除く
　　④　中和する　　⑤　マンガン化合物を取り除く


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第7講　金属単体の反応

## 2　金属の単体の反応

### ①金属のイオン化傾向

#### ⑴　イオン化傾向

金属の単体が水中で電子を放出し，陽イオンになる性質をイオン化傾向という。

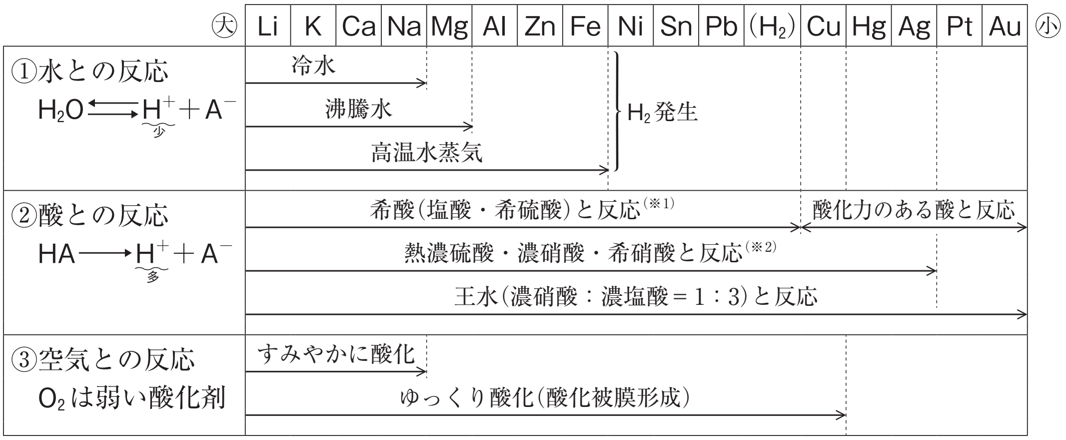
イオン化傾向の異なる金属が存在するとき，イオン化傾向の大きい金属が電子を放出して陽イオンになり，小さい金属がその電子を受け取ることとなる。

例　$Cu^{2+} + Zn \longrightarrow Cu + Zn^{2+}$

$2e^-$

#### ⑵　イオン化列

イオン化傾向の大きい金属から小さい金属へ順に並べたものを金属のイオン化列という。




①水との反応

水はほとんど電離していないため，水素イオンが非常に少なく，極めて弱い酸化剤である。よって水と反応できるのはイオン化傾向の大きい金属のみである。

例　$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$

②酸との反応

酸は水素イオンを多くもつため，イオン化傾向が水素よりも大きい金属は塩酸や希硫酸と反応できる。

例　$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$

ただしPbは$PbCl_2$，$PbSO_4$となるため，塩酸や希硫酸とはほとんど反応しない。(※1)

イオン化傾向が水素より小さい金属は酸化力の強い酸と反応することができる（Cu，Hg，Agは濃硝酸，希硝酸，熱濃硫酸と反応。Pt，Auは王水と反応）。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

例　$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

ただし，Fe，Ni，Alは不動態となるため，濃硝酸，熱濃硫酸に不溶である。(※2)

③空気(酸素)との反応

酸素は弱い酸化剤であるため，イオン化傾向の大きい金属が反応していく。

例　$4Na + O_2 \longrightarrow 2Na_2O$

**②両性金属　Al・Zn・Sn・Pb**

両性金属の単体は酸とも強塩基とも反応し$H_2$が発生する。

$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$

$2Al + 6H_2O + 2NaOH \longrightarrow 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

## 第7講　演習問題

**1**　次の文の空欄に適する語句を，以下の解答群の中からそれぞれ一つずつ選び番号で答えよ。

金属Xは水や熱水とは反応しなかったが，希塩酸には気体を発生しながら溶解した。その溶液を中和後，少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると［(ア)］の沈殿を生じたが，過剰の水酸化ナトリウム水溶液の添加により，その沈殿は溶解した。また，この沈殿は過剰のアンモニア水の添加によっても溶解することがわかった。これらの結果からXは両性金属(元素)と考えられた。両性金属(元素)には［(イ)］，［(ウ)］，［(エ)］などがある。しかし，(イ)は塩酸中では表面に［(オ)］を形成するためほとんど溶解しないことが知られている。また，(ウ)の(ア)はアンモニア水には溶解しないが，(エ)の(ア)は［(カ)］を形成してアンモニア水に溶解することが知られている。したがって，Xは(エ)であると考えられた。

解答群　00　塩化物　01　塩酸塩　02　水酸化物　03　酸化物　04　鉄
05　銅　06　亜鉛　07　銀　08　鉛　09　マグネシウム
10　アルミニウム　11　両性イオン　12　双性イオン　13　錯イオン
14　複塩

**2**　亜鉛，カルシウム，銀，スズ，鉄，銅の６種の金属を金属群Ａとする。
次の【実験１】～【実験５】を行い，金属群Ａの金属について，イオン化列を決定した。
イオン化列：カルシウム＞亜鉛＞鉄＞スズ＞銅＞銀

【実験１】 ［　(あ)　］の小片を希塩酸に浸すと無色の気体［　(ア)　］を発生して溶解した。一方，［　(い)　］の小片は希塩酸には溶解しなかったが，希硝酸には無色の気体［　(イ)　］を発生して溶解した。

【実験２】 ［　(う)　］の小片を［　(え)　］イオンを含む水溶液に浸したところ，樹枝状の物質が析出した。

【実験３】 ［　(お)　］がめっきされた鉄の表面に傷をつけ，中の鉄が露出した部位を水で湿らせたところ鉄のさびが進行した。

【実験４】 ［　(か)　］板と鉄板の電極として電池を構成したところ，鉄電極が正極となった。

【実験５】 ［　(き)　］の小片を冷水に入れると気体を発生して反応した。一方，他の金属粉末は冷水では反応しなかった。

(1)　【実験１】～【実験５】の５つの実験からこのイオン化列を決定できるように，空欄(あ)～(き)に入る最も適切な金属を金属群Ａから選び，元素記号で答えよ。

(2)　気体(ア)，気体(イ)をそれぞれ化学式で答えよ。

**3**　次に示す物質は塩酸とも，水酸化ナトリウム水溶液とも反応して溶ける。それぞれの変化を化学反応式で書け。

(1)　アルミニウム　$Al$

(2)　酸化アルミニウム　$Al_2O_3$



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第７講　確認テスト

1　3種類の金属Ａ，Ｂ，Ｃがある。金属Ａ，Ｂ，Ｃは，ナトリウム（Na），鉄（Fe），銅（Cu）のいずれかである。金属Ａ，Ｂ，Ｃがいずれの金属か調べるため，水と希硫酸に対する反応性を調べた。また，その実験結果からイオン化傾向の大小関係について類推した。金属Ａ，Ｂ，Ｃの組合せとイオン化傾向の大小関係を正しく示しているものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。

金属Ａ：常温で水とは反応しなかったが，希硫酸には溶け水素を発生した。

金属Ｂ：常温で水と激しく反応し，水素を発生した。

金属Ｃ：常温で水とも希硫酸とも反応しなかった。

| | 金属Ａ | 金属Ｂ | 金属Ｃ | イオン化傾向 |
|---|---|---|---|---|
| ① | Fe | Na | Cu | Ｂ ＞ Ａ ＞ Ｃ |
| ② | Cu | Fe | Na | Ｂ ＞ Ａ ＞ Ｃ |
| ③ | Cu | Na | Fe | Ａ ＞ Ｂ ＞ Ｃ |
| ④ | Fe | Na | Cu | Ｂ ＞ Ｃ ＞ Ａ |
| ⑤ | Na | Cu | Fe | Ｂ ＞ Ａ ＞ Ｃ |



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第８講　イオンの検出

## 3　イオンの検出

### ①陽イオン（金属イオン）の検出　　［系統分析］

水溶液（試料溶液）中に複数の金属イオンが存在しているとき，それらを特定する手順が系統分析である。その分析は「沈殿させる」「再溶解させる」の繰り返しからなる。

(1)　HClaqを加える
⇒$Ag^{+}$，$Pb^{2+}$，($Hg_2^{2+}$)が沈殿

(2)　$H_2S$を吸収させる（HClを加えた後なので酸性条件下）
⇒イオン化傾向Sn以下のイオンが沈殿　($Cu^{2+}$，$Cd^{2+}$，$Hg^{2+}$など)
※　試料溶液中に$Fe^{3+}$が含まれている場合，$H_2S$によって還元され，$Fe^{2+}$に変化するため，$Fe^{3+}$に戻す処理をおこなう。
処理１：煮沸
⇒水溶液中に残っている$H_2S$を取り除くため（温度↑で気体の溶解度は↓）
処理２：$HNO_3$を加える
⇒$Fe^{2+}$を酸化して$Fe^{3+}$に戻すため

(3)　$NH_3$aqを加える
⇒アルカリ金属，アルカリ土類金属，$NH_3$で再溶解する金属以外が沈殿　($Al^{3+}$，$Fe^{3+}$)

(4)　$H_2S$を吸収させる（$NH_3$を加えた後なので塩基性条件下）
⇒イオン化傾向Zn以下の金属イオンが沈殿　($Zn^{2+}$，$Ni^{2+}$，$Mn^{2+}$)

(5)　$(NH_4)_2CO_3$を加える
⇒アルカリ土類金属イオンが沈殿　($Ca^{2+}$，$Ba^{2+}$)

(6)　炎色反応
⇒アルカリ金属イオンを確認
Li（赤），Na（黄），K（紫），Cu（青緑），Ca（橙），Sr（紅），Ba（緑）



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

## ②陰イオンの検出

陽イオンの検出同様，沈殿生成を利用するため，沈殿生成の組合せが答えられれば基本的に困ることはない。

陰イオンの検出特有の部分のみ確認する。

(1)　ハロゲン化物イオン

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $Cl^-$ | | AgCl | （白） | ⇒$NH_3$aq に溶解 |
| $Br^-$ | $\xrightarrow{Ag^+}$ | AgBr | （淡黄） | ⇒KCNaq，$Na_2S_2O_3$aq に溶解 |
| $I^-$ | | AgI | （黄） | ⇒KCNaq，$Na_2S_2O_3$aq に溶解 |

(2)　多価の陰イオン

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $SO_4^{2-}$ | | $BaSO_4$ | | |
| $C_2O_4^{2-}$ | $\xrightarrow{Ba^{2+}}$ | $BaC_2O_4$ | $\xrightarrow{HClaq}$ | $H_2C_2O_4$ |
| $CO_3^{2-}$ | | $BaCO_3$ | | $H_2O + CO_2$↑（発泡） |
| $CrO_4^{2-}$ | | $BaCrO_4$ | | $H_2CrO_4 \rightleftarrows \underset{（黄）}{CrO_4^{2-}} \underset{OH^-}{\overset{H^+}{\rightleftarrows}} \underset{（橙）}{Cr_2O_7^{2-}}$ |



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

## 第8講　演習問題

**1**　次の文の (1) に入れるのに最も適当なものを 解答群 から選びなさい。また，(　　) には化学反応式を，｛ (4) ｝には化学式を，それぞれ記しなさい。

9種類の金属イオン $Ag^+$，$Al^{3+}$，$Ba^{2+}$，$Ca^{2+}$，$Cu^{2+}$，$Fe^{3+}$，$K^+$，$Pb^{2+}$，$Zn^{2+}$ のうち，4種類のイオンの硝酸塩を含む水溶液がある。この水溶液に含まれる4種類の金属イオンを特定するために，以下の実験1～7を行った。なお，以下の実験で，分離は完全に行われたものとする。

実験1：4種類の金属イオンを含む水溶液に塩酸を加えると，沈殿Aが生じた。ろ過によって，沈殿Aとろ液Ⅰに分離した。

実験2：沈殿Aに熱湯を注ぎ，ろ過によって白色沈殿Bとろ液Ⅱに分離した。

実験3：(a)沈殿Bに過剰のアンモニア水を加えると，沈殿Bは溶けた。

実験4：ろ液Ⅱにクロム酸カリウム水溶液を加えると，黄色沈殿Cが生じた。

実験5：ろ液Ⅰに硫化水素を通じると，黒色沈殿Dが生じた。ろ過によって，沈殿Dとろ液Ⅲに分離した。

実験6：ろ液Ⅲを煮沸して硫化水素を除去した後，アンモニア水を過剰に加えると，白色沈殿Eが生じた。ろ過によって，沈殿Eとろ液に分離した。

実験7：(b)沈殿Eに水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると，沈殿Eが溶けた。

以上の実験1～7から，4種類の金属イオンは (1) であることがわかる。下線部(a)および(b)の化学反応は，それぞれ①および②式によって表される。

(　　　(2)　　　)……①

(　　　(3)　　　)……②

沈殿Cの化学式は，｛ (4) ｝である。また，沈殿Eを熱して得られる金属酸化物に塩酸を加えると，③式の化学反応が進み，その酸化物は溶ける。

(　　　(5)　　　)……③

解答群

(ア) $Ag^+$，$Cu^{2+}$，$K^+$，$Zn^{2+}$　　(イ) $Ag^+$，$Cu^{2+}$，$Pb^{2+}$，$Zn^{2+}$

(ウ) $Ag^+$，$Ca^{2+}$，$Cu^{2+}$，$Zn^{2+}$　　(エ) $Ag^+$，$Ba^{2+}$，$Cu^{2+}$，$Zn^{2+}$

(オ) $Ag^+$，$Al^{3+}$，$Ba^{2+}$，$Pb^{2+}$　　(カ) $Ag^+$，$Al^{3+}$，$Fe^{3+}$，$Pb^{2+}$

(キ) $Ag^+$，$Al^{3+}$，$Ca^{2+}$，$Fe^{3+}$　　(ク) $Ag^+$，$Al^{3+}$，$Fe^{3+}$，$K^+$

(ケ) $Ag^+$，$Fe^{3+}$，$Pb^{2+}$，$Zn^{2+}$　　(コ) $Ag^+$，$Ca^{2+}$，$Pb^{2+}$，$Zn^{2+}$

(サ) $Ag^+$，$Al^{3+}$，$Ba^{2+}$，$Cu^{2+}$　　(シ) $Ag^+$，$Al^{3+}$，$Cu^{2+}$，$Pb^{2+}$



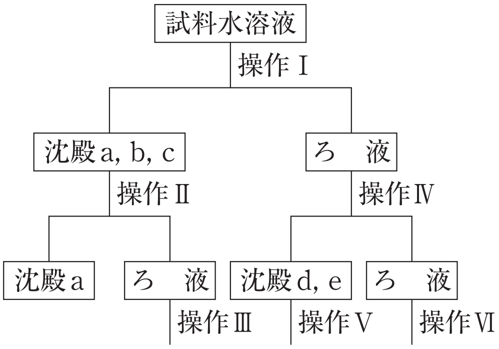
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

**2**　硫酸ナトリウム，炭酸ナトリウム，クロム酸カリウム，および臭化カリウムのそれぞれ数%程度の濃度の水溶液を調製し，これらを5mLずつ混合したところ，水溶液は弱塩基性を示した。これに，約0.2mLの酢酸を加えて中性にしたものを試料水溶液として，次の図にしたがって陰イオンの分離・検出を試みた。(1)～(6)の問いに答えよ。




操作Ⅰ：塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿物は，沈殿a（白色），沈殿b（白色），沈殿c（黄色）の混合物である。沈殿の生成を完全なものにするために，さらにアンモニア水を数滴加えてしばらく加熱した。

操作Ⅱ：希塩酸を加えると沈殿の一部（沈殿bと沈殿c）は溶解した。このとき，気体が発生したが，これは(ア)沈殿bの溶解にともなって起こったものである。

操作Ⅲ：水溶液に硫酸ナトリウム水溶液を加えると(イ)白色の沈殿を生じたので，これをろ過して除いた。(ウ)ろ液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にすると溶液は［(あ)］色に変化した。

操作Ⅳ：硝酸銀水溶液を少しずつ注意深く加えると最初に淡黄色の沈殿dが，そしてその後，白色の沈殿eが生じた。

操作Ⅴ：濃アンモニア水で処理すると，沈殿は全て溶解した。

操作Ⅵ：希硫酸を加えて熱すると(エ)刺激臭をもつ物質が遊離した。

(1)　沈殿a，d，eを化学式で記せ。

(2)　下線部(ア)の変化を化学反応式で示せ。

(3)　下線部(イ)は何か。化学式で記せ。

(4)　下線部(ウ)の変化をイオン反応式で示せ。また，［(あ)］にあてはまる語句を記せ。

(5)　操作Ⅴで沈殿が溶解したとき，どんな陽イオンが生じたか。その名称と化学式を記せ。

(6)　下線部(エ)は何か。化学式で記せ。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第8講　確認テスト

1　4種のイオンの混合溶液を，希塩酸，酸性条件下での硫化水素，過剰量のアンモニア水，の順に反応させ，それぞれ沈殿とろ液を分離した。4種のイオンがそれぞれ分離可能な場合，考えられるイオンの組合せは次のうちどれか。

① $Zn^{2+}$，$Fe^{2+}$，$Pb^{2+}$，$Al^{3+}$
② $Ca^{2+}$，$Ba^{2+}$，$Ag^{+}$，$Al^{3+}$
③ $Ca^{2+}$，$Cu^{2+}$，$Ag^{+}$，$Al^{3+}$
④ $Na^{+}$，$Ba^{2+}$，$Pb^{2+}$，$Zn^{2+}$
⑤ $Cu^{2+}$，$Hg^{2+}$，$Ag^{+}$，$Fe^{3+}$


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第９講　工業的製法①

## 4　工業的製法

無機化合物を工業的に大量生産するとき，安全性やコストなどを考え，実験室では起こせない反応などを利用する。その素晴らしい方法は，素人がその場で思いつくようなものではなく，きちんと勉強したかどうかが問われることになる。

工業的製法の流れをすらすら言えるようになろう。

### ①$Na_2CO_3$　アンモニアソーダ法（ソルベー法）

$$2NaCl + CaCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CaCl_2$$

この化学変化を利用して$Na_2CO_3$をつくるのが，アンモニアソーダ法である。

しかし，NaClと$CaCO_3$は直接反応しないため，以下のような経路（遠回り）でこの反応を進行させていく。

(1)　$NaCl + H_2O + NH_3 + CO_2 \longrightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl$

(2)　$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$

(3)　$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

(4)　$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

(5)　$Ca(OH)_2 + 2NH_4Cl \longrightarrow 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2$

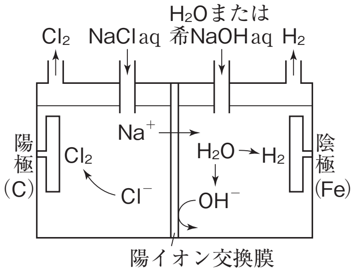
(1)×２+(2)+(3)+(4)+(5)により冒頭の全体の式が得られる。

※塩の溶解度　（g/$H_2O$ 100g）

| | |
|---|---|
| $NaHCO_3$ | 9.4 |
| $NH_4Cl$ | 37.5 |
| NaCl | 35.9 |
| $Na_2CO_3$ | 22.5 |
| $NH_4HCO_3$ | 19.9 |

②NaOH　NaClaqの電気分解

陽極に炭素電極と塩化ナトリウム水溶液，陰極に鉄と希水酸化ナトリウム水溶液を用い，両極を陽イオン交換膜で仕切って電気分解を行う。




$(+) 2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

$(-) 2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$

陽イオン交換膜を使用するのは，陽極で発生する塩素と陰極で発生する水酸化ナトリウムが混合し，反応するのを防ぐためである。

もし，隔膜を使用しなければ，

$2NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaCl + NaClO + H_2O$

の中和反応が起こり，水酸化ナトリウムが消費されてしまう。

③$HNO_3$　オストワルト法

$$NH_3 + 2O_2 \longrightarrow HNO_3 + H_2O$$

この変化を利用して$HNO_3$を合成するのがオストワルト法である。

この反応は次の３段階で進めていく。

(1)　$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$　（Pt触媒）

(2)　$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

(3)　$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$

$\{(1)+(2)\times 3+(3)\times 2\}\times \frac{1}{4}$により冒頭の全体の反応式を導くことができる。

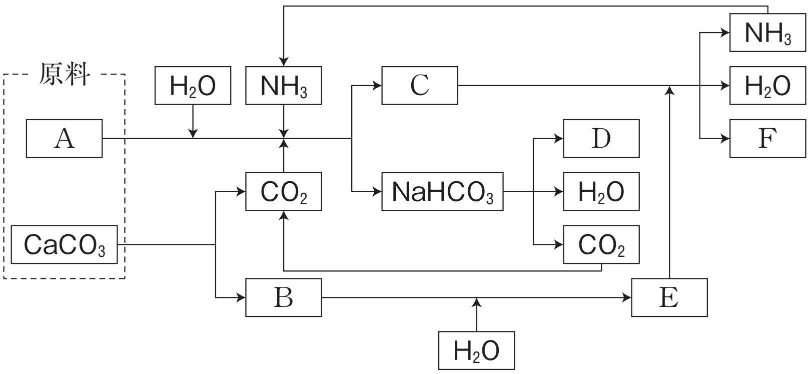
(3)によって生成するNOを(2)に再利用していくことを意識しておこう。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第9講　演習問題

1　下に示したアンモニアソーダ法(ソルベー法)について，問1と2に答えよ。




反応経路図

問1　[ A ]，[ B ]，[ C ]，[ F ]に当てはまる化合物を化学式で答えよ。

問2　反応経路図中のすべての反応が過不足なく進行し，420kgの$NaHCO_3$が生成したと仮定する。このとき，化合物[ D ]と[ E ]および$NH_3$は，それぞれ何kg生成するか計算せよ。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　次の文章を読み，問い(問１～６)に答えよ。

硝酸は，工業的には次の方法でつくられる。

反応１：ハーバー・ボッシュ法で合成された化合物アを空気と混合し，白金を触媒として約800℃で反応させ，化合物イをつくる。

反応２：化合物イを空気中で酸化して化合物ウとする。

反応３：化合物ウを水に吸収させて硝酸とする。

問１　反応1で，化合物ア1.00molを完全に反応させるのに必要な酸素の物質量として最も適当な数値を，次の①～⑧のうちから選べ。[　　　]mol

①　0.50　②　0.75　③　1.00　④　1.25

⑤　1.50　⑥　1.75　⑦　2.00　⑧　2.25

問２　化合物イ，ウの記述として最も適しているものを，それぞれ次の①～⑧のうちから選べ。

①　塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると得られる。

②　常温で二量化しやすく，一部は無色の化合物に変化する。

③　亜硝酸アンモニウム水溶液を加熱すると得られる。

④　シアン酸アンモニウムの加熱によって得られる。

⑤　亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えると得られる。

⑥　水に溶けやすい無色の気体である。

⑦　血管を拡張させる作用を示す。

⑧　水に溶けて塩基性を示す。

問３　反応3で，化合物ウ1.00molを完全に反応させた。生成した硝酸の物質量として最も適当な数値を，次の①～⑧のうちから選べ。[　　　]mol

①　0.333　②　0.500　③　0.667　④　1.00

⑤　1.25　⑥　1.50　⑦　1.75　⑧　2.00

問４　反応1～3は，1つの化学反応式にまとめることができる。反応1～3が完全に進み，5.1kgの化合物アが全て硝酸になったとすると，70%硝酸は何kg得られるか。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから選べ。[　　　]kg

①　9.6　②　14　③　19　④　27　⑤　38　⑥　54



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問5　次の値を利用して窒素($N_2$)の結合エネルギーを計算すると，何kJ/molになるか。最も適当な数値を，①～⑥のうちから選べ。[　　]kJ/mol

生成エンタルピー〔kJ/mol〕…　ア(気) −46，イ(気) 90，ウ(気) 33

結合エネルギー〔kJ/mol〕：H−H　436，O=O　498，　N−H　391

①　589　　②　810　　③　858　　④　946　　⑤　978　　⑥　1130

問6　銀に希硝酸を加えると，気体を発生しながら銀が完全に反応した。生成した気体を全て水上置換で捕集したところ，27℃，996hPaの大気圧のもとで2.0Lの気体が得られた。ただし，27℃での水蒸気圧は36hPaとし，全ての気体が捕集され，水への溶解や空気との反応はなかったものとする。反応した銀の質量(g)として最も適当な数値を，次の①～⑧のうちから選べ。ただし，Agの原子量を108，気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa･L/(mol･K)とする。[　　]g

①　0.083　　②　0.25　　③　4.2　　④　8.3　　⑤　13　　⑥　17　　⑦　25

⑧　28

# 第9講　確認テスト

**1**　アルカリ金属の炭酸塩である炭酸ナトリウムは，アンモニアソーダ法(ソルベー法)によって合成される。この反応の原料の組合せとして正しいものを，次の①～⑤の中から一つ選べ。

①　NaCl，$H_2SO_4$　②　HCl，$Ca(OH)_2$　③　NaOH，$CaCO_3$

④　NaOH，$CaCl_2$　⑤　NaCl，$CaCO_3$

**2**　以下の反応式からオストワルト法で70%の硝酸30kgを得るためには，標準状態で何$m^3$のアンモニアが必要か。もっとも近い値はどれか。ただし各反応は完全に進むものとする。

(ア)　$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$

(イ)　$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

(ウ)　$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$

①　5.5　②　6.5　③　7.5　④　8.5　⑤　9.5



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第10講　工業的製法②

## 4　工業的製法

### ④$H_2SO_4$（濃硫酸）　接触法

黄鉄鉱（$FeS_2$）やSを燃焼させて得られる$SO_2$が接触法の原料となる。

$$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

次の２段階で濃硫酸を合成していく。

$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3 \quad (V_2O_5\text{触媒})$$

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

### ⑤Al　バイヤー法・ホールエルー法

Alはボーキサイトから純度の高い酸化アルミニウムを取り出し（⇒(1)バイヤー法），それを溶融（融解）塩電解（⇒(2)ホールエルー法）することにより得る。

(1)　バイヤー法

・ボーキサイトに濃NaOHaqを加えて溶解させる。
　⇒不純物の$Fe_2O_3$や$SiO_2$は溶解しないため，ここで取り除かれる。
・水を加える，または二酸化炭素を吸収させることにより，$Al(OH)_3$を沈殿させる。
・取り出した$Al(OH)_3$を加熱し，純度の高い$Al_2O_3$（アルミナ）を得る。

(2)　ホールエルー法

両極に炭素電極を用いて，酸化アルミニウムの融解液を電気分解する。酸化アルミニウムの融点は約2000℃と高いため，融点降下剤として氷晶石$Na_3[AlF_6]$を用いて融解させる。

$$(+)\ C + 2O^{2-} \longrightarrow CO_2 + 4e^-$$

$$C + O^{2-} \longrightarrow CO + 2e^-$$

$$(-)\ Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$$

⇒陽極で酸素が発生しないことに注意しよう。

# 第10講　演習問題

**1**　次の文を読み，以下の問1～7に答えよ。

硫酸$H_2SO_4$は，金属精錬，紡織(紡績)や薬品製造など化学工業に広く用いられている。工業的には［ア］と呼ばれる方法で製造されており，現在国内で稼働している硫酸製造工程(プロセス)の多くは，石油精製の際に回収される硫黄Sを原料としている。
まず(a)Sを空気中で燃焼させて，刺激臭のある［イ］色の二酸化硫黄$SO_2$を得る。

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

次に，(b)$SO_2$を空気中で酸化して，三酸化硫黄$SO_3$を得る。(c)この反応には，触媒として［ウ］を用いる。

$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

さらに，$SO_3$を濃硫酸中に吸収させ過剰に溶かし込んで発煙硫酸とし，これを希硫酸でうすめて製品として濃硫酸を得る。

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

濃硫酸とは$H_2SO_4$質量パーセント濃度が90%以上の硫酸であり，(d)98%濃硫酸($H_2SO_4$質量パーセント濃度98%)が工業用標準品の一つとして流通している。濃硫酸は無色で粘性の大きい液体で，不揮発性であることから硝酸カリウム$KNO_3$との混合物を熱すると揮発性の［エ］が発生する。また，(e)吸湿性，脱水作用，酸化作用を示すことが特徴である。

問1　［ア］，［イ］にあてはまる適切な語句および，［ウ］，［エ］にあてはまる物質名を答えよ。

問2　下線部(a)について，Sの代わりに黄鉄鉱$FeS_2$を原料として用いたとき，$SO_2$を得る化学反応式を示せ。

問3　下線部(b)の反応をエンタルピー変化$\Delta H$を付した化学反応式で書くと以下のようになる。

$$SO_2(気) + \frac{1}{2}O_2(気) \longrightarrow SO_3(気) \quad \Delta H = Q\text{〔kJ〕}$$

(1)　$SO_2$(気)と$SO_3$(気)の生成エンタルピーが，それぞれ$-297$ kJ/mol，$-396$ kJ/molであることを用いて，反応エンタルピー$Q$〔kJ〕を求めよ。

(2)　この反応が平衡状態にあるとき，正反応が進む向きに平衡を移動させるのに適した条件を以下の(A)～(F)からすべて選び，記号で答えよ。

(A)　温度を下げる。　(B)　温度を上げる。
(C)　触媒の量を増やす。　(D)　$SO_3$を適切な方法で取り除く。
(E)　全圧を小さくする。　(F)　全圧を大きくする。

問4　下線部(c)のように，工業的に利用されている重要な反応では，触媒が使用されることが多い。一般に反応速度は　(1)　触媒を用いるとき　　(2)　反応温度を上げるとき　に大きくなるが，それらの理由として最も適したものを以下の(A)～(E)からそれぞれ一つずつ選び，記号で答えよ。

(A)　活性化エネルギーが大きく低下するから。　(B)　反応熱が大きく低下するから。

(C)　逆反応の反応速度が低下するから。　(D)　反応物どうしの衝突が緩やかになるから。

(E)　高いエネルギーをもつ反応物が増加し，遷移(活性化)状態になりやすいから。

問5　下線部(d)で示した98%濃硫酸を用いて，1.0mol/L硫酸を1.0$m^3$つくるために必要な濃硫酸の体積〔L〕を求めよ。98%濃硫酸の密度は1.8g/$cm^3$, $H_2SO_4$の分子量は98とする。

問6　下線部(e)について次の(1)，(2)に答えよ。

(1)　スクロースに濃硫酸を加えると，どのように変化するか，簡潔に答えよ。

(2)　銅Cuに熱濃硫酸を加えたときに起こる反応の化学反応式を示せ。

問7　98%濃硫酸を1時間あたり8000kg製造するプロセスがある。このプロセスを24時間稼働させ濃硫酸を生産したときに，必要な硫黄の質量〔kg〕を求めよ。なお，硫黄は不純物をまったく含まないものとする。

2　下線部の硫酸に関する化学反応のうち，希硫酸としての性質のため反応が起こるものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①　亜鉛に硫酸を加えると，水素が発生する。

②　銅に硫酸を加えて加熱すると，二酸化硫黄が発生する。

③　塩化ナトリウムに硫酸を加えて加熱すると，塩化水素が発生する。

④　ベンゼンに硫酸を加えて加熱すると，ベンゼンスルホン酸を生じる。

⑤　ショ糖に硫酸を加えると，黒色に変化する。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

**3**　次の文を読み，問1～5に答えなさい。

①アルミニウムは，その陽イオンの水溶液を電解しても精錬できない。アルミニウムの精錬では，まず［　A　］を濃い水酸化ナトリウム水溶液に溶解し，②これを水で希釈して水酸化アルミニウムを沈殿させる。次に，水酸化アルミニウムを加熱して［　B　］をつくり，③これと氷晶石との混合物を溶融(融解)塩電解する。このとき，陽極と陰極には［　C　］を用いる。

問１　［　A　］に入る鉱物名，［　B　］，［　C　］に入る物質名をかきなさい。

問２　下線部①の理由を説明しなさい。

問３　下線部②で起こる反応を化学反応式でかきなさい。

問４　下線部③について，氷晶石と混合する理由を15字以内で答えなさい。

問５　下線部③について，陽極および陰極で起こる反応を，それぞれ電子$e^-$を含むイオン反応式でかきなさい。

# 第10講　確認テスト

[1] アルミニウムAlに関する，次の文の空欄 [1] ～ [11] に該当する最も適切なものを，それぞれの解答群から選べ。ただし，同じものを何度選んでもよい。

原子番号 [1] のアルミニウムAlは，周期表の [2] 族に属し，軽くて軟らかい金属であるため，さまざまな用途に使用されている。アルミニウムは，酸にも塩基にも反応して溶けることから， [3] 性元素とよばれる。

アルミニウムの単体を得るには，まず鉱石の [4] から [5] をつくる。この反応は， [4] に加熱した濃い水酸化ナトリウム水溶液を加え，水溶性の [6] を生成し，不溶性の不純物を分離する。この [6] 水溶液に多量の水を加えると沈殿が生じ，これを加熱して [5] が得られる。

次に，氷晶石 [7] を約1000℃に加熱して融解し，これに [5] を加えて溶かし，炭素を電極に用いて [8] を行うと， [9] 極で [10] の反応によりアルミニウムが生じる。 [11] 極の炭素は，酸化されて徐々に消耗する。

[1] ， [2] に対する解答群

①　1　②　2　③　3　④　4　⑤　5　⑥　6
⑦　7　⑧　8　⑨　9　⑩　10　⑪　11　⑫　12
⑬　13　⑭　14　⑮　15　⑯　16　⑰　17　⑱　18

[3] に対する解答群

①　陰　②　極　③　中　④　陽　⑤　両
⑥　中和　⑦　無極　⑧　溶解　⑨　両極　⑩　酸化還元

[4] ， [5] に対する解答群

①　アルマイト　②　アルミニウム　③　アルミニウムイオン　④　コークス
⑤　酸化アルミニウム　⑥　水溶性アルミニウム　⑦　粗鉱石
⑧　電解アルミニウム　⑨　ボーキサイト　⑩　ミョウバン

[6] ， [7] に対する解答群

①　$Na[Al(OH)_4]$　②　$Na_2HAlO_3$　③　$Na_3AlCl_6$　④　$Na_3AlF_6$

[8] ， [9] ， [11] に対する解答群

①　陰　②　陽　③　両　④　凝固　⑤　充電　⑥　析出　⑦　蓄電
⑧　沈殿　⑨　中和　⑩　放電　⑪　溶解　⑫　電気溶融
⑬　溶融(融解)塩電解

10 に対する解答群

① $Al^{+} + e^{-} \longrightarrow Al$　② $Al^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Al$

③ $Al^{3+} + 3e^{-} \longrightarrow Al$

④ $4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$　⑤ $2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$

⑥ $2Al(OH)_3 + 3H_2 \longrightarrow 2Al + 6H_2O$

⑦ $Al_2O_3 + 3H_2 \longrightarrow 2Al + 3H_2O$　⑧ $2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_2$



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第11講　工業的製法③

## 4　工業的製法

### ⑥Fe　酸化鉄の還元

鉄鉱石の中でも，主に赤鉄鉱($Fe_2O_3$)や磁鉄鉱($Fe_3O_4$)を還元することにより単体の鉄を取り出す。

・鉄鉱石をコークスや石灰石とともに溶鉱炉に入れ，熱い空気を吹き込む。

⇒コークスが高温で燃えてCOになり，COの還元力で酸化鉄が還元される。

これにより得られる炭素含有率の高い鉄を銑鉄(せんてつ)という。

$$3Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$$

$$Fe_3O_4 + CO \longrightarrow 3FeO + CO_2$$

$$FeO + CO \longrightarrow Fe + CO_2$$

また，不純物の$SiO_2$は石灰石が分解してできたCaOと反応してスラグとなり，融解した銑鉄の上層に浮く。

・銑鉄を転炉に入れ，酸素を送り込んで加熱する。

⇒銑鉄に含まれていた炭素が$CO_2$として除去され，炭素含有率の低い鋼(こう)(鋼鉄(こうてつ))が得られる。

## ⑦Cu　粗銅の電解精錬

⑴　天然には主に黄銅鉱 $CuFeS_2$ として存在し，そこから粗銅を取り出す。

・黄銅鉱 $CuFeS_2$ をコークスと石灰石とともに溶鉱炉に入れ，強熱する。

⇒イオン化傾向が大きいFeが酸化されて酸化鉄となり，$SiO_2$ と反応して $FeSiO_3$ となって上層に浮き，Cuは $Cu_2S$ となって炉の底にたまる。

$$2CuFeS_2 + 4O_2 + 2SiO_2 \longrightarrow Cu_2S + 2FeSiO_3 + 3SO_2$$

・$Cu_2S$ を転炉に入れて空気を通じて強熱する。

⇒これにより粗銅が得られる。

$$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$$

$$Cu_2S + 2Cu_2O \longrightarrow 6Cu + SO_2$$

⑵　粗銅を電解精錬する。

粗銅を陽極に，純銅を陰極に硫酸銅水溶液を電気分解する。

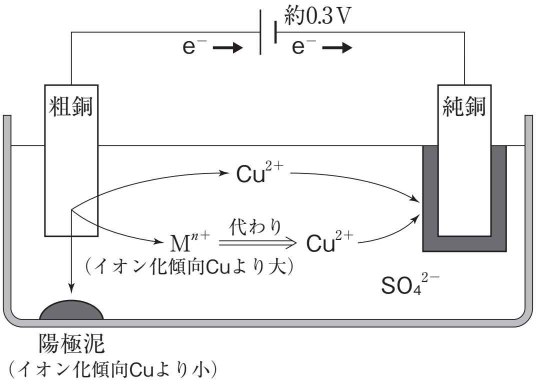
(＋) $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

不純物

イオン化傾向がCuより大→陽イオンとして溶け出す。
ただし，Pbは $PbSO_4$ として沈殿する。

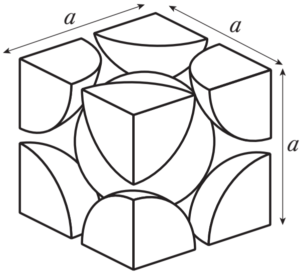
イオン化傾向がCuより小→陽極泥として陽極の下に沈殿する。

(－) $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$



# 第11講　演習問題

**1**　次の文章を読み，問1～7に答えよ。




鉄Feは，金属元素の中では13族に属する [ (あ) ] の次に地殻中に多く存在し，資源量が豊富である。また，比較的加工しやすい金属であるため，人類は古くから鉄をさまざまな形で利用してきた。鉄は，溶鉱炉内でコークスから発生する(i)<u>一酸化炭素で鉄鉱石を還元して製造される</u>。溶鉱炉で得られる鉄は [ (A) ] とよばれ，約4%の [ (い) ] や微量の不純物を含むため，もろい。[ (A) ] を転炉に移して酸素を吹き込み [ (い) ] を燃焼させて，[ (い) ] の質量比を0.04～1.7%にしたものは [ (B) ] とよばれる。

純粋な鉄Feは，図に示す一辺の長さ $a$〔cm〕の単位格子からなる結晶構造をとる。この構造は [ (C) ] 格子とよばれ，その単位格子中には [ (X) ] 個のFe原子が含まれる。

問1　[ (あ) ]，[ (い) ] に入る適切な元素を，元素記号で記せ。

問2　[ (A) ] ～ [ (C) ] にあてはまる適切な語句を記せ。

問3　[ (X) ] に入る数値を答えよ。

問4　下線部(i)において，赤鉄鉱$Fe_2O_3$から鉄Feが生成する反応の化学反応式を記せ。

問5　10gの鉄Feからなる金属結晶の体積〔$cm^3$〕を表す式として適切なものを次の(ア)～(キ)から選び，記号で記せ。ただし，Feのモル質量$M$〔g/mol〕，単位格子の一辺の長さ$a$〔cm〕，アボガドロ定数$N_A$〔/mol〕とする。

(ア) $\dfrac{Ma^3}{5N_A}$　(イ) $\dfrac{N_Aa^3}{5M}$　(ウ) $\dfrac{5M}{N_Aa^3}$　(エ) $\dfrac{5N_Aa^3}{M}$

(オ) $\dfrac{5N_A}{Ma^3}$　(カ) $\dfrac{1}{5N_Aa^3M}$　(キ) $5N_Aa^3M$

問6　赤鉄鉱$Fe_2O_3$と磁鉄鉱$Fe_3O_4$のみからなる混合物100gを量りとり，空気中で質量が変化しなくなるまで加熱したところ，質量が2.0g増加した。反応前の混合物に含まれていた$Fe_3O_4$の質量〔g〕を，有効数字2桁で求めよ。ただし，$Fe_2O_3$および$Fe_3O_4$の式量は160および232とする。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問7　次の記述(ク)～(セ)のうちから誤りを含むものをすべて選び，記号で記せ。

(ク)　硫酸鉄(Ⅱ)$FeSO_4$は水によく溶け，その水溶液は淡緑色をしている。この水溶液を酸性にし，過酸化水素水を加えると溶液の色は黄褐色に変化する。

(ケ)　硫酸鉄(Ⅱ)$FeSO_4$の水溶液に，過剰量のシアン化ナトリウムNaCNを加えると，6つのシアン化物イオンが$Fe^{2+}$に配位結合した錯イオンが生成する。

(コ)　純粋な鉄Feは，希硝酸には水素を発生しながら溶けるが，濃硝酸中では表面が不動態化されるため溶けない。

(サ)　鉄FeにスズSnをめっきしたものはブリキとよばれる。SnはFeよりもイオン化傾向が大きいので，ブリキ表面が傷ついてもSnが陽イオンとなり溶け出すので，鉄はさびない。

(シ)　鉄FeとコバルトCo，亜鉛Znの合金はステンレス鋼とよばれ，さびにくく，家庭用品に広く用いられている。

(ス)　鉄Feの表面をあらかじめ酸化して不動態化し，さびにくくしたものはアルマイトとよばれる。

(セ)　鉄Feは，アンモニアを酸化して硝酸を製造するための触媒の主成分である。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　次の文章を読み，問い(1)～(4)に答えよ。

遷移元素である銅の単体は，特有の赤色光沢をもち，展性や延性の大きな金属で，電気や熱の伝導性が大きく，導線などに広く利用される。工業的には，黄銅鉱などの原料となる鉱物からまず粗銅(不純物を含む銅)を得て，さらに純度の高い銅を製造する。

銅を空気中で熱すると，約1000℃以下では黒色の(　A　)を，約1000℃以上では赤色の(　B　)を生成する。

銅は希硫酸には溶けないが，酸化力の強い熱濃硫酸，(a)希硝酸，濃硝酸には，それぞれ気体を発生して溶ける。例えば，熱濃硫酸と反応させると，(　C　)，(　D　)および水を生成して溶ける。このうち，(　C　)は刺激臭をもつ無色の気体である。

(　D　)の水溶液から結晶を析出させると，(　D　)の五水和物である青色結晶が得られる。(　D　)の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると，青白色の(　E　)が沈殿する。この沈殿を含む水溶液を穏やかに加熱すると，沈殿は黒色の(　A　)に変化する。また，(　D　)の水溶液にアンモニア水を加えていくと，(b)いったん沈殿が生じた後，錯イオンを生じて溶け，深青色を呈する。一方，(　D　)の水溶液に硫化水素を通じると，黒色の(　F　)が沈殿する。

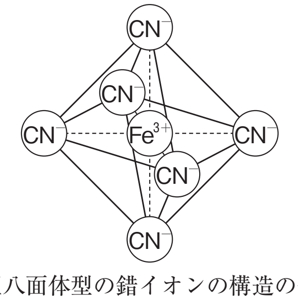
(1)　文中(　A　)～(　F　)に最も適する化合物名を記せ。

(2)　下線部(a)について，希硝酸および濃硝酸に銅が溶解する際の化学反応式を，それぞれ答えよ。

(3)　下線部(b)について，次の問いに答えよ。

(i)　沈殿が溶ける際の化学反応式を答えよ。

(ii)　生じた錯イオンの構造を下図にならって図示せよ。




正八面体型の錯イオンの構造の例



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(4)　銅の製法に関する実験について，次の文を読み，問い(i)～(v)に答えよ。

不純物としてニッケル，亜鉛，銀，鉛を含む粗銅板があり，銅板内のそれぞれの金属の物質量〔mol〕比は，Cu：Ni：Zn：Ag：Pb＝45.00：1.00：1.00：2.00：1.00であった。この(c)粗銅板を陽極，不純物を含まない純銅板を陰極とし，銅(Ⅱ)イオンの硫酸酸性水溶液を電解液に用いて，電気分解を行った。その際，2.00Aの直流電流を19分18秒間流した。

ただし，陽極，陰極いずれにおいても気体は発生せず，陽極表面に析出物は見られなかったが，陰極では銅のみが析出した。また，陽極内のそれぞれの金属の物質量〔mol〕比は，実験中に変化しないものとする。原子量は，O＝16，S＝32，Cu＝63.6，Ag＝108，Pb＝207とする。

(i)　下線部(c)と同様の方法を用いて，純度の高い銅が工業的に製造されている。この工業的製法の名称を答えよ。

(ii)　電気分解によって溶液中の銅(Ⅱ)イオンの物質量〔mol〕はどうなるか。「増加する」，「減少する」，「変化しない」のいずれかを記せ。

(iii)　実験後の純銅板の質量〔g〕は，実験前と比べていくら増加するか。有効数字3桁で求めよ。

(iv)　実験後，陽極の下に沈殿が見られた。この沈殿に含まれる物質の名称をすべて答えよ。

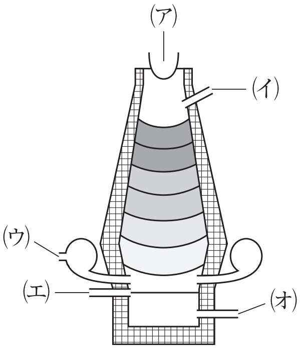
(v)　問い(iv)の沈殿の質量〔g〕はいくらか。有効数字3桁で求めよ。ただし，沈殿に含まれる物質の電解液への溶解は無視してよい。

# 第11講　確認テスト

**1**　次の文の空欄 [1] ～ [13] に該当する最も適切なものを，それぞれの解答群から選べ。

単体の鉄Feは，鉄鉱石を還元してつくられる。原料の鉄鉱石には，主成分が [1] の赤鉄鉱や，主成分が [2] の磁鉄鉱がある。鉄Feは [3] 族に属する元素で，[1] における鉄の酸化数は [4] であり，[2] の場合の酸化数は [5] である。

右図は，製鉄用溶鉱炉の模式図である。赤鉄鉱を原料として鉄をつくるときは，鉄鉱石と石灰石と [6] を図の [7] から投入して [1] を還元する。溶鉱炉から得られる鉄は [8] と呼ばれ，約4%の炭素と微量の不純物を含む。石灰石の熱分解で生じた [9] は，鉄鉱石中の不純物と反応し，[8] の上に浮かび [10] となる。[10] を除いた高温の [8] を図の [11] から取り出して転炉に移し，[12] を吹き込むと，炭素の含有量がおよそ0.04%～2%の [13] になる。




[1] ～ [5] に対する解答群

① $FeO$　② $FeO_2$　③ $Fe_2O_3$　④ $Fe_2O_4$　⑤ $Fe_3O_4$
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ ＋1　⑪ ＋2　⑫ ＋3
⑬ ＋4　⑭ ＋2と＋3の混合状態　⑮ ＋3と＋4の混合状態

[6]，[8] ～ [10]，[12]，[13] に対する解答群

① $CaCO_3$　② $CaO$　③ $CaCl_2$　④ 黄銅　⑤ ケイ砂
⑥ 鋼　⑦ コークス　⑧ 酸化鉄　⑨ 酸素　⑩ 重油
⑪ 水素　⑫ ステンレス鋼　⑬ スラグ　⑭ 赤リン　⑮ 銑鉄
⑯ 窒素　⑰ 二酸化炭素

[7]，[11] に対する解答群

① (ア)　② (イ)　③ (ウ)　④ (エ)　⑤ (オ)


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第３章　無機化合物の性質(元素別)

## 第12講　元素別各論

第２章のテーマ別までで触れておらず，入試で問われやすい元素についてのみ，記していく。

### 1　２族

２族はアルカリ土類金属といい，性質から2つのグループに分けられる。
この2つのグループの性質の違いを徹底しておこう。

| | 炎色反応 | 水との反応 | 水酸化物 | 硫酸塩 |
|---|---|---|---|---|
| Be・Mg | 示さない | 冷水と反応しない<br>Be：高温水蒸気<br>Mg：沸騰水 | 水に難溶 | 水に可溶 |
| Be・Mg以外 | 示す | 冷水と反応する | 水に可溶 | 水に難溶 |

※水酸化カルシウム(消石灰)　$Ca(OH)_2$

水への溶解度は小さく，飽和水溶液を石灰水という。

石灰水に二酸化炭素を通じると白濁(⇒①)，さらに通じると無色に戻る(⇒②)。

化学反応式頻出。

① $Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$

② $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$

※硫酸カルシウム　$CaSO_4$

天然にはセッコウとして産出。

セッコウを加熱すると水和水の一部を失い，焼きセッコウになる。

焼きセッコウを適量の水と練って放置するとセッコウに戻る。(医療用ギプスに利用)

$$CaSO_4\cdot 2H_2O \rightleftarrows CaSO_4\cdot\frac{1}{2}H_2O + \frac{3}{2}H_2O$$

※硫酸バリウム　$BaSO_4$

水に対する溶解度が極めて小さい。X線を遮蔽するため，X線検査の造影剤として使用される。

## 2　14族(Si)

ケイ素は地殻中に酸素に次いで多く存在する元素(クラーク数：O>Si>Al>Fe)である。

### ①単体(Si)

共有結合のダイヤモンド型結晶構造。

高純度のものは半導体としての性質をもち，コンピューターなどに利用されている。

しかし，天然には単体で存在しないため，工業的にはケイ砂$SiO_2$をコークスで還元してつくる。

$$SiO_2 + 2C \longrightarrow Si + 2CO$$

### ②二酸化ケイ素($SiO_2$)

天然に石英，水晶，ケイ砂(しゃ)の主成分として存在している。

Si原子を中心にして，正四面体の頂点にO原子が存在する3次元網目状構造の共有結合結晶。

化学的に極めて安定なため，ほとんど反応しないが，フッ化水素HFやフッ化水素酸HFaqとは反応する。

HF　$SiO_2 + 4HF \longrightarrow SiF_4 + 2H_2O$

HFaq　$SiO_2 + 6HF \longrightarrow H_2SiF_6 + 2H_2O$

また，水酸化ナトリウムNaOHや炭酸ナトリウム$Na_2CO_3$とともに融解すると反応し，ケイ酸ナトリウム$Na_2SiO_3$が生成する。

$$SiO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

$$SiO_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$$

$Na_2SiO_3$に水を加えて熱すると，無色透明の粘り気の大きな液体である水ガラスが得られる。

水ガラスの水溶液に塩酸を加えると，白色ゲル状のケイ酸が遊離する。

これを乾燥させたものが，多孔質のシリカゲルである。

シリカゲルはヒドロキシ基(−OH)を多くもつため，水素結合により，水やアンモニアを吸着し，乾燥剤や吸着剤として利用されている。

# 3　17族(ハロゲン)

ハロゲンは反応性が高く，入試でも出題されやすい元素である。

## ①単体($X_2$)

| | 常温常圧での状態 | 反応性(酸化力) | 水素との反応 | 水との反応 |
|---|---|---|---|---|
| $F_2$ | 気体(淡黄色) | | 低温暗所でも爆発的 | $2F_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HF + O_2$ |
| $Cl_2$ | 気体(黄緑色) | | 光により爆発的 | $Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HCl + HClO$ |
| $Br_2$ | 液体(赤褐色) | | 加熱触媒で進行 | $Cl_2$と同様の反応が少し進行 |
| $I_2$ | 固体(黒紫色) | | 加熱触媒でわずかに進行 | 反応しない。よって水に不溶 |

※酸化力は$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$であるため，

$$2KI + Cl_2 \longrightarrow I_2 + 2KCl$$

の反応は進行するが，逆反応は進行しない。

※$I_2$は水には溶けないがヨウ化カリウム水溶液には溶けて褐色になる。

$$I_2 + KI \longrightarrow KI_3$$

## ②ハロゲン化水素(HX)

いずれも無色，刺激臭の気体。水によく溶け，水溶液は酸性を示す。

水溶液ではハロゲン化水素の名称に『酸』を付ける。

例　フッ化水素HFの水溶液⇒フッ化水素酸

塩化水素HClの水溶液⇒塩酸(塩化水素酸の略)

※HFは水素結合を形成しているため，他のハロゲン化水素とは違った性質を示す。

- 分子量は最小だが，沸点は高い
- 弱酸である　(他は強酸)
- ガラス($SiO_2$)と反応⇒ポリエチレン容器保存　[第3章2②(前ページ)参照]

## ③ハロゲン化銀(AgX)

フッ化銀AgFのみ水に溶ける。その他は難溶性。　[第2章3②(第8講)参照]



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第12講　演習問題

**1**　次の文を読み，設問(1)～(5)に答えよ。

ケイ素(Si)は，［　A　］個の価電子を持ち，炭素と同族の元素であり，地表の岩石中に［　ア　］に次いで多く含まれる。単体のケイ素は［　イ　］結合により，正四面体の単位構造が三次元的に配置した結晶であり，炭素原子で構成される［　ウ　］と同様の構造をとる。高純度なケイ素の単体は，［　エ　］の原料として集積回路や太陽電池などに用いられる。

二酸化ケイ素は，四面体構造(図1)が三次元的に配置した結晶である。ここで酸素原子は2個のケイ素原子に共有されるので，Si：O＝1：2(ケイ素原子1個あたり$4\times\frac{1}{2}$個の酸素原子)となるため，結晶は$SiO_2$という組成式で示される。

二酸化ケイ素は化学的には安定だが，(a)フッ化水素と反応させると，全てのSi－O結合がより安定なSi－F結合に置き換わり，気体となる。また(b)フッ化水素酸とも反応する。二酸化ケイ素を水酸化ナトリウムとともに加熱融解すると，図2の化合物が生成する。これに水を加えて加圧下で加熱すると，粘性の大きな［　B　］が得られ，さらに希塩酸を加えるとケイ酸($SiO_2\cdot nH_2O$)が析出する。これを乾燥させると［　C　］になる。その表面はヒドロキシ基で覆われた多孔質であるため，単位質量に対し［　オ　］が非常に大きく，水分や色素の吸着剤として使われる。

岩石の主成分は，単位構造(図1)が連結した構造に様々な金属イオンが結合したケイ酸塩である。例えば，石綿は単位構造が鎖状に連結し，雲母などは炭素の同素体である［　カ　］に似た層状の構造をとる。長石や沸石などは単位構造が三次元的に連結している。

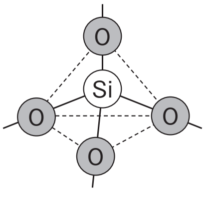



図1

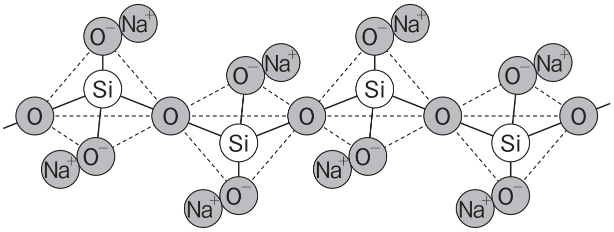



図2

(1)　空欄［　A　］～［　C　］にあてはまる最も適切な語句，または数字を記せ。

(2)　空欄［　ア　］～［　カ　］にあてはまる最も適切な語句を次の語群から選び，番号で答えよ。

①　アルミニウム　②　酸素　③　窒素　④　イオン　⑤　水素
⑥　共有　⑦　ファンデルワールス　⑧　ダイヤモンド　⑨　黒鉛
⑩　フラーレン　⑪　カーボンナノチューブ　⑫　金属　⑬　半導体
⑭　高分子　⑮　直径　⑯　表面積　⑰　分子量



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(3)　下線(a)の化学反応で生じるケイ素化合物の構造式(あ)と化学反応式(い)を示せ。

(4)　下線(b)の化学反応式を示せ。

(5)　波線部の考え方を応用して，図2の化合物の組成式を示せ。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　次の文章をよみ，以下の問1～4に答えよ。

フッ素，塩素，臭素，ヨウ素はハロゲンである。これら4種のハロゲンの単体は，二原子分子として存在する。①ハロゲンの単体はいずれも電子を奪う力が大きく，酸化力が強い。ヨウ素の単体は常温・常圧では黒紫色の結晶として存在し，②液体状態を経由せず気体になりやすい。密閉容器の中に③ヨウ素$I_2$と水素$H_2$の混合気体を入れ加熱すると反応し，ヨウ化水素を生じる。

問1　下線部①について，ハロゲンの単体は種類によって酸化力の強さが異なる。水溶液中で，以下に記す反応(1)，(2)が右に進む場合には→，左に進む場合には←，反応しない場合には×を記せ。

(1)　$2KBr + Cl_2$ [　　] $2KCl + Br_2$

(2)　$2KCl + I_2$ [　　] $2KI + Cl_2$

問2　文中の下線部②に示したように，固体から直接気体になる状態変化を何というか。

問3　次の(1)～(3)の記述において，上記4種のハロゲンの化合物すべてに当てはまる場合には○を記せ。当てはまらない場合には，当てはまらない化合物すべてを化学式で記せ。

(1)　ハロゲン化銀は，水に溶けにくい。

(2)　ハロゲン化水素の水溶液は，ガラスびんに保存できる。

(3)　ハロゲン化水素の水溶液は，強酸である。

問4　下線部③の反応は，触媒を添加すると比較的低温で進行することが知られている。一般的な触媒のはたらきについて，【　】内の語句をすべて用いて簡潔に説明せよ。

【活性化エネルギー　反応速度　反応エンタルピー】

# 第12講　確認テスト

**1**　2族元素とその化合物に関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①　ベリリウムを除く2族元素をアルカリ土類金属といい，互いによく似た性質を示す。

②　2族元素の単体はすべて，アルカリ金属元素の単体と同様に炎色反応を示す。

③　水酸化カルシウム水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿を生じるが，さらに二酸化炭素を通じると白色沈殿は溶ける。

④　単体のマグネシウムは熱水に溶けるが，硫酸マグネシウムは水に溶けにくい。

⑤　硫酸バリウムは水によく溶け，レントゲン撮影の造影剤として用いられる。

**2**　次のa～eのいずれの記述にも該当しないハロゲン元素の単体または化合物を，下の①～⑦の中から一つ選びなさい。

a　水溶液が弱い酸性を示し，ガラスを腐食する。

b　塩化ナトリウムと濃硫酸の混合物を加熱したときに生じる。

c　水にはほとんど溶けないが，ヨウ化カリウム水溶液に溶解して褐色の溶液になる。

d　常温・常圧の下で液体状態として存在し，水に少し溶ける。

e　白色の固体であるが，光によって分解して黒色に変化する。

①　AgCl　　②　$Br_2$　　③　$Cl_2$　　④　HF　　⑤　HCl　　⑥　$I_2$　　⑦　なし

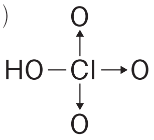
# 演習問題解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

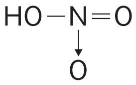
# 第1講　演習問題

**1**

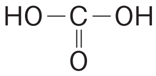
(1)



(2)



(3)



**2**

(1) $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

(2) $SO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2SO_3$

(3) $N_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

## 第2講　演習問題

**1**

(1) $H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

(2) $CO_2 + 2KOH \longrightarrow K_2CO_3 + H_2O$

(3) $6HCl + Fe_2O_3 \longrightarrow 2FeCl_3 + 3H_2O$

(4) $H_2SO_4 + 2NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$

**2**

(1) $CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$

(2) $NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

(3) $[Cu(H_2O)_4]^{2+} + H_2O \rightleftarrows [Cu(OH)(H_2O)_3]^+ + H_3O^+$

**3**

(1) $FeS + H_2SO_4 \longrightarrow H_2S + FeSO_4$

(2) $NaHSO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow H_2O + SO_2 + NaHSO_4$

(3) $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2$

**4**

(1) $NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow HCl + NaHSO_4$

(2) $CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HF + CaSO_4$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第3講　演習問題

**1**

(1)　$+5$　(2)　$-2$　(3)　$+6$　(4)　$+7$

(5)　$+6$　(6)　$+2$　(7)　$-1$，$-3$

**2**

(1)　$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 2NO + 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O$

(2)　$H_2O_2 + 2KI \longrightarrow I_2 + 2KOH$

(3)　$K_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 7H_2SO_4$

$\longrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O + 3Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4$

**3**

(1)　$Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl$

(2)　$Cu^{2+} + H_2S \longrightarrow CuS + 2H^+$

(3)　$Al^{3+} + 3NH_3 + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + 3NH_4^+$

(4)　$2Ag^+ + 2OH^- \longrightarrow Ag_2O + H_2O$

# 第４講　演習問題

**1**

(1) $Zn^{2+} + 2OH^- \longrightarrow Zn(OH)_2$

$Zn(OH)_2 + 2OH^- \longrightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}$

(2) $Al^{3+} + 3NH_3 + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + 3NH_4^+$

(3) $2Ag^+ + 2NH_3 + H_2O \longrightarrow Ag_2O + 2NH_4^+$

$Ag_2O + H_2O + 4NH_3 \longrightarrow 2[Ag(NH_3)_2]^+ + 2OH^-$

**2**

(1) $Zn^{2+}$，$Zn(OH)_2 + 4NH_3 \longrightarrow [Zn(NH_3)_4]^{2+} + 2OH^-$

(2) $Pb^{2+}$

(3) $Zn^{2+}$，$ZnS$

**3**

A：Na　B：Al　C：Ba　D：Zn　E：Cu

**4**

1　2　　2　0

3　$[CoCl(NH_3)_5]Cl_2$　　4　$[CoCl_3(NH_3)_3]$

# 第５講　演習問題

**1**

(a)　(ハ)　(b)　(ロ)　(c)　(チ)　(d)　(ヌ)　(e)　(ヘ)
(f)　(リ)　(g)　(ニ)　(h)　(イ)

**2**

①　(コ)　(シ)　②　(サ)　(セ)　③　(カ)　(ス)　④　(ク)　(ケ)
⑤　(カ)　(タ)　⑥　(ウ)　(キ)　⑦　(カ)　(ソ)

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第６講　演習問題

**1**

③

**2**

問１　$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$

問２　$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$

問３　下方置換

問４　$H_2O$

問５　A

問６　$3.0 \times 10^2$ A

**3**

問１　(あ)　(F)　　(い)　(E)　　(う)　(B)　　(え)　(C)

問２　(a)　$O_2$　　(b)　$SO_2$

問３　酸性：４種類　　下方置換：４種類

問４　(H)　(K)　(L)

問５　$SO_2 + 2H_2S \longrightarrow 2H_2O + 3S$

問６　$5.0 \times 10^{-2}$ mol/L

**4**

(a)　A　濃硫酸　　B　濃硝酸　　C　濃塩酸

(b)　赤く変化した後，漂白される。

(c)　$Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HCl + HClO$

(d)　(ア)　D，E，F，G，H　　(イ)　E，F　　(ウ)　I

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第７講　演習問題

**1**

(ア)　02　　(イ)　08　　(ウ)　10　　(エ)　06　　(オ)　00　　(カ)　13

**2**

(1)　(あ)　Sn　　(い)　Cu　　(う)　Cu　　(え)　Ag　　(お)　Sn
　　(か)　Zn　　(き)　Ca

(2)　(ア)　$H_2$　　(イ)　NO

**3**

(1)　$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$

$2Al + 6H_2O + 2NaOH \longrightarrow 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$

(2)　$Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 3H_2O + 2AlCl_3$

$Al_2O_3 + 3H_2O + 2NaOH \longrightarrow 2Na[Al(OH)_4]$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第８講　演習問題

## 1

(1) (シ)

(2) $AgCl + 2NH_3 \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$

(3) $Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow Na[Al(OH)_4]$

(4) $PbCrO_4$

(5) $Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$

## 2

(1) a：$BaSO_4$　d：AgBr　e：AgCl

(2) $BaCO_3 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + H_2O + CO_2$

(3) $BaSO_4$

(4) $Cr_2O_7^{2-} + 2OH^- \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + H_2O$

(あ)：黄

(5) ジアンミン銀(Ⅰ)イオン，$[Ag(NH_3)_2]^+$

(6) $CH_3COOH$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第9講　演習問題

**1**

問1　A　$NaCl$　B　$CaO$　C　$NH_4Cl$　F　$CaCl_2$

問2　D　265kg　E　185kg　$NH_3$　85.0kg

**2**

問1　④

問2　イ　⑦　ウ　②

問3　③

問4　④

問5　④

問6　⑦

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第10講　演習問題

**1**

問1　ア　接触法　　イ　無　　ウ　酸化バナジウム(V)　　エ　硝酸

問2　$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

問3　(1)　−99kJ　　(2)　(A), (D), (F)

問4　(1)　(A)　　(2)　(E)

問5　56L

問6　(1)　炭化が起こり，黒く変化する。

(2)　$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

問7　$6.1 \times 10^4$kg

**2**

①

**3**

問1　A　ボーキサイト　　B　酸化アルミニウム(アルミナ)　　C　黒鉛(炭素)

問2　水溶液を電気分解すると，アルミニウムより還元されやすい水が還元され，水素が発生するため。

問3　$Na[Al(OH)_4] \longrightarrow Al(OH)_3 + NaOH$

問4　融点を降下させるため。

問5　陰極　$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$

陽極　$C + O^{2-} \longrightarrow CO + 2e^-$，　$C + 2O^{2-} \longrightarrow CO_2 + 4e^-$

# 第11講　演習問題

**1**

問1　(あ)　Al　(い)　C

問2　(A)　銑鉄　(B)　鋼(鋼鉄)　(C)　体心立方

問3　2

問4　$Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$

問5　(エ)

問6　58g

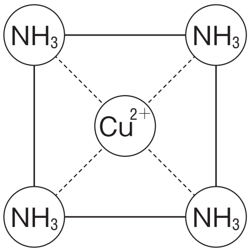
問7　(サ)　(シ)　(ス)　(セ)

**2**

(1)　(A)　酸化銅(Ⅱ)　(B)　酸化銅(Ⅰ)　(C)　二酸化硫黄
　(D)　硫酸銅(Ⅱ)　(E)　水酸化銅(Ⅱ)　(F)　硫化銅(Ⅱ)

(2)　希硝酸：$3Cu + 8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$
　濃硝酸：$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2$

(3)　(i)　$Cu(OH)_2 + 4NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2$
　(ii)




(4)　(i)　電解精錬　(ii)　減少する　(iii)　0.763g
　(iv)　銀，硫酸鉛(Ⅱ)　(v)　0.130g

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

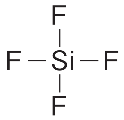
# 第12講　演習問題

**1**

(1)　A　4　　B　水ガラス　　C　シリカゲル

(2)　ア　②　　イ　⑥　　ウ　⑧　　エ　⑬　　オ　⑯　　カ　⑨

(3)　(あ)



(い)　$SiO_2 + 4HF \longrightarrow SiF_4 + 2H_2O$

(4)　$SiO_2 + 6HF \longrightarrow H_2SiF_6 + 2H_2O$

(5)　$Na_2SiO_3$

**2**

問1　(1)　→　　(2)　←

問2　昇華

問3　(1)　AgF　　(2)　HF　　(3)　HF

問4　反応エンタルピーは変化させないが，活性化エネルギーを小さくし，反応速度を大きくするはたらき。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

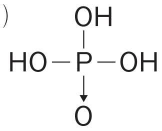
# 確認テスト解答

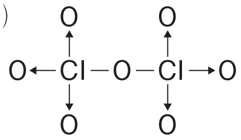
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第1講　確認テスト

1

(1)



(2)



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

## 第2講　確認テスト

**1**

(1)　$CH_3COOH$　＋　$NaOH$　⟶　$CH_3COONa$　＋　$H_2O$

(2)　$CaO$　＋　$2HCl$　⟶　$CaCl_2$　＋　$H_2O$

**2**　③

【解説】

(1)　塩基性　(2)　中性　(3)　酸性　(4)　塩基性　(5)　酸性

**3**

(1)　$CaCO_3$　＋　$2HCl$　⟶　$H_2O$　＋　$CO_2$　＋　$CaCl_2$

(2)　$KNO_3$　＋　$H_2SO_4$　⟶　$KHSO_4$　＋　$HNO_3$

【解説】

(1)　弱酸遊離反応により炭酸($H_2O$＋$CO_2$)が遊離

(2)　揮発性の酸遊離反応により，硝酸$HNO_3$が遊離

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第３講　確認テスト

**1**

(1) $Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

(2) $2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S + 2H_2O$

(3) $5H_2C_2O_4 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4$
$\longrightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + 8H_2O + K_2SO_4$

**2**

(1) ③　(2) ④　(3) ④

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第４講　確認テスト

1　③

【解説】

③　亜鉛イオンは酸性条件下では硫化物沈殿は生じない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第５講　確認テスト

1　③

【解説】

それぞれ生じる気体は

①　$HCl$（分子量　36.5）　②　$SO_2$（分子量　64）　③　$Cl_2$（分子量　71）

④　$N_2$（分子量　28）　⑤　$C_2H_2$（分子量　26）

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第6講　確認テスト

1　⑤

【解説】

$H_2S$は還元剤なので，酸化剤である濃硫酸と酸化還元反応を起こしてしまうため，不適。

2　③

【解説】

③　$H_2S$は$H_2$還元剤としてしか働かない。

3　A　④　　B　③

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

## 第7講　確認テスト

1　①

【解説】

金属A

常温では水と反応しなかったことから，イオン化傾向Mg以下
希硫酸に溶けたことから，イオン化傾向Sn（Pbはすぐに反応停止）以上
よってFe

金属B

常温で水と激しく反応したことから，イオン化傾向Na以上
よってNa

金属C

常温で水とも希硫酸とも反応しなかったことからイオン化傾向Cu以下
よってCu

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第8講　確認テスト

1　③

【解説】

それぞれ，沈殿を生成するイオンが1種ずつ含まれている選択肢を選ぶ

希塩酸⇒$Pb^{2+}$もしくは$Ag^{+}$

③では$AgCl$が沈殿

酸性条件下硫化水素⇒イオン化傾向Sn以下のイオン

③では$CuS$が沈殿

過剰アンモニア水⇒イオン化傾向Mg以下で$Cu^{2+}$，$Ag^{+}$，$Zn^{2+}$以外

③では$Al(OH)_3$が沈殿

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第９講　確認テスト

**1**　⑤

**2**　③

**【解説】**

アンモニアと硝酸は１：１の関係になるため,

$$\frac{V \times 10^3}{22.4} = 30 \times 10^3 \times \frac{70}{100} \times \frac{1}{63}$$

$$\underline{V = 7.5\mathrm{m}^3}$$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第10講　確認テスト

1

1　⑬　　2　⑬　　3　⑤　　4　⑨　　5　⑤　　6　①　　7　④

8　⑬　　9　①　　10　③　　11　②

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第11講　確認テスト

**1**

1　③　　2　⑤　　3　⑧　　4　⑫　　5　⑭　　6　⑦　　7　①

8　⑮　　9　②　　10　⑬　　11　⑤　　12　⑨　　13　⑥

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第12講　確認テスト

**1**　③

【解説】

①　2族元素はすべてアルカリ土類金属である

②　ベリリウムとマグネシウムは炎色反応を示さない

③　二酸化炭素の検出に用いられている

④　硫酸マグネシウムは水に溶ける

⑤　硫酸バリウムは水に難溶

**2**　③

【解説】

①　e　②　d　③　該当なし　④　a　⑤　b　⑥　c

Ⓒ RECRUIT
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。